



HAL
open science

Le système agricole et alimentaire de la région Afrique du Nord - Moyen-Orient à l'horizon 2050 : Projections de tendance et analyse de sensibilité

Chantal Le Mouël, Agneta Forslund, Pauline Marty, Stéphane Manceron, Elodie Marajo-Petitzon, Marc Antoine Caillaud, Bertrand Schmitt

► To cite this version:

Chantal Le Mouël, Agneta Forslund, Pauline Marty, Stéphane Manceron, Elodie Marajo-Petitzon, et al.. Le système agricole et alimentaire de la région Afrique du Nord - Moyen-Orient à l'horizon 2050 : Projections de tendance et analyse de sensibilité. [0] Inra. 2015, 134 p. hal-02801531

HAL Id: hal-02801531

<https://hal.inrae.fr/hal-02801531>

Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



LE SYSTÈME AGRICOLE ET ALIMENTAIRE
DE LA RÉGION AFRIQUE DU NORD - MOYEN-ORIENT À L'HORIZON 2050

PROJECTIONS DE TENDANCE ET ANALYSE DE SENSIBILITÉ

RAPPORT D'ÉTUDE - OCTOBRE 2015



Pluriagri



**LE SYSTEME AGRICOLE ET ALIMENTAIRE
DE LA REGION AFRIQUE DU NORD – MOYEN-ORIENT
A L'HORIZON 2050 :
PROJECTIONS DE TENDANCE ET ANALYSE DE SENSIBILITE**

Chantal Le Mouël (INRA-SAE2)
Agneta Forslund (INRA-SAE2)
Pauline Marty (INRA-DEPE)
Stéphane Manceron (INRA-DEPE)
Elodie Marajo-Petitzon (INRA-SAE2)
Marc-Antoine Caillaud (INRA-DEPE)
Bertrand Schmitt (INRA-DEPE)

**Rapport final de l'étude menée
par l'INRA (DEPE & SAE2) pour le compte de Pluriagri**

Octobre 2015

Sommaire

AVANT-PROPOS.....	4
INTRODUCTION.....	6
CHAPITRE 1 – UNE ANALYSE RETROSPECTIVE (1961-2012) DES COMPOSANTES DU SYSTEME AGRICOLE ET ALIMENTAIRE DE LA REGION AFRIQUE DU NORD – MOYEN-ORIENT.....	10
CHAPITRE 2 – PRESENTATION DU MODELE <i>GLOBALAGRI-PLURIAGRI</i>	29
CHAPITRE 3 – SCENARIOS DE REFERENCE : PROJECTIONS DE TENDANCE (REFERENCE 1) ET PROJECTIONS DE TENDANCE AVEC ACCENTUATION DES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE (REFERENCE 2).....	40
CHAPITRE 4 - HYPOTHESES ALTERNATIVES ET ANALYSE DE SENSIBILITE.....	84
CONCLUSION.....	123
BIBLIOGRAPHIE.....	129
ANNEXES.....	132

Avant-propos

Cette étude, réalisée à la demande et grâce au soutien de l'association Pluriagri¹, a été conduite au sein de la Délégation à l'expertise, à la prospective et aux études (DEPE) de l'INRA et selon les principes et règles de conduite des études et prospectives de cette structure. Elle a été coordonnée par Chantal Le Mouël (INRA, SAE2), épaulée par Bertrand Schmitt (INRA, DEPE). Elle a bénéficié des apports majeurs de Pauline Marty (INRA, DEPE), d'Agneta Forslund (INRA, SAE2), de Stéphane Manceron (INRA, DEPE) ainsi que d'Elodie Marajo-Petizon (INRA, SAE2) et Marc-Antoine Caillaud (INRA, DEPE). Ensemble, ils ont constitué l'équipe-projet de cette étude. L'appui administratif et logistique a été assuré avec efficacité et compétence par Marion Barbier, puis par Kim Girard. Nous leur sommes grandement redevables du bon déroulement de ce travail.

Tant l'analyse rétrospective que les simulations contenues dans cette étude ont été réalisées grâce à l'outil quantitatif *GlobAgri* mis au point par l'Inra et le Cirad dans le cadre de la Prospective *Agrimonde-Terra* que mènent conjointement ces deux organismes. Nous remercions sincèrement Patrice Dumas (Cirad, UMR Cired) et Hervé Guyomard (INRA, DS Agriculture) pour leurs contributions à la construction de la base de données et à l'élaboration du modèle mobilisé ici. Patrice Dumas a en outre contribué au travail d'adaptation de la base de données de *GlobAgri* à la nomenclature de produits et à la désagrégation géographique, spécifiques à la présente étude.

Suivant en cela un processus proche d'une démarche prospective, un groupe de travail, réunissant experts scientifiques (agronomes, économistes, politologues) spécialistes de la région et/ou de la problématique et opérateurs français impliqués a été constitué. Ce groupe de travail a appuyé de ses conseils et avis, l'interprétation des tendances passées, la construction des hypothèses tant des scénarios tendanciels qu'alternatifs et l'analyse des résultats. Il était constitué de :

- Sébastien Abis (CIHEAM),
- Céline Ansart (Unigrains),
- Pierre Blanc (Sc. Po Bordeaux),
- Xavier Cassedanne (Crédit Agricole),
- Roland Cuni (CGB),
- Jean-Christophe Debar (Pluriagri),
- Philippe Dusser (Avril),
- Hervé Guyomard (INRA),
- Florence Jacquet (INRA),
- Yves Le Bissonnais (INRA),
- Martine Padilla (CIHEAM-IAMM),
- Michel Petit (FARM),
- Pierre Raye (CGB France),
- Gaëlle Regnard (Crédit Agricole).

¹ Pluriagri est une association formée par des acteurs des filières des grandes cultures (Avril, Confédération générale des planteurs de betteraves, Unigrains) et par Crédit Agricole S.A. pour mener des études prospectives sur les marchés et les politiques agricoles.

Le travail a en outre été suivi de près par un comité de pilotage qui réunissait : Jean-Christophe Debar (Pluriagri), Hervé Guyomard (INRA) et Michel Petit (FARM) dont les remarques avisées et les précieux conseils ont été fort utiles à la réalisation de l'étude.

Les auteurs, seuls responsables des analyses et interprétations présentes dans ce rapport, tiennent à remercier tous les membres du comité de pilotage et du groupe de travail pour leur investissement, l'intérêt qu'ils/elles ont manifesté pour ce travail et la perspicacité de leurs analyses et recommandations à toutes les étapes de ce travail.

Introduction

En 2008 et en 2010, l'explosion des prix des céréales sur les marchés mondiaux a mis en lumière la vulnérabilité des pays des rives sud et est de la Méditerranée et ses causes agricoles. Dans cette région « plus riche qu'[elle] n'est développée » (UNDP, 2011) et dont le mode d'intégration à l'économie mondiale passe principalement par les rentes issues des ressources naturelles et les retours financiers des migrations internationales (Mouhoud, 2015), l'insécurité alimentaire due à l'accroissement des prix des denrées de base et l'inégal développement entre arrière-pays ruraux et littoraux urbains sont à compter parmi les catalyseurs des revendications des populations, des révoltes et des printemps arabes (Abis, 2012 ; Mouhoud, 2012). Les gouvernements ont pris conscience des retards accumulés en matière de développement rural et agricole, fruits des décennies précédentes où les rentes pétrolières et touristiques rendaient l'approvisionnement sur les marchés mondiaux plus facile que l'augmentation de la production locale et l'amélioration des transports et des circuits de distribution entre arrière-pays et littoral. Aujourd'hui, alors que la région affiche une dépendance céréalière parmi les plus importantes du monde, les subventions alimentaires pèsent de plus en plus lourd dans les budgets des Etats de la région, alors même que les contraintes hydriques et foncières s'accroissent et pèsent sur la production locale. Les politiques de subvention des denrées de base en vue de nourrir les villes atteignent leurs limites tant d'un point de vue budgétaire qu'en matière de lutte contre la pauvreté rurale. Les pays des rives sud et est de la Méditerranée doivent inventer de nouveaux modèles de développement et de croissance pour une population jeune et toujours en augmentation, et ce dans un cadre international où les dynamiques du commerce, de la finance et des intérêts des grandes puissances agricoles se transforment et se complexifient. Aujourd'hui, la Méditerranée du sud et de l'est est le « miroir grossissant des défis alimentaires mondiaux et [... le] baromètre des compétitions auxquelles participent les grands acteurs agricoles de la planète » (Abis, 2012).

C'est dans cet esprit que **le présent travail cherche à éclairer le devenir à l'horizon 2050 des équilibres (production, consommation et échanges) du système agricole et alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient**, prise dans un sens plus large que les rives sud et est de la Méditerranée telles qu'étudiées, par exemple, par la prospective MedPro (Belghazi, 2013). La région étudiée ici s'élargit à l'ensemble moyen-oriental en incluant l'Iran, l'Irak et la péninsule arabique (Carte 1). Elle sera, pour les besoins de l'étude, souvent découpée en **cinq grandes régions** ou pays : après avoir individualisé **l'Égypte** et la **Turquie**, du fait de leur taille et de leurs spécificités économiques et géopolitiques, les autres pays sont regroupés en trois grandes entités que sont le **Maghreb** (du Maroc à la Libye en incluant la Mauritanie), le **Proche-Orient** (centré sur la Syrie et Israël) et le **Moyen-Orient** (incluant Iran, Irak et les pays du Golfe).²

Au-delà de sa situation géopolitique particulièrement sensible, cette région, située aux portes de l'Europe et visée par la Politique européenne de voisinage déployée par l'Union européenne, a connu une importante croissance démographique. Entre 1961 et 2012, la population de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient est passée de 139 millions à 496 millions d'habitants. Cette croissance démographique s'accompagne d'une très forte urbanisation : la population urbaine a été multipliée par 6 en cinq décennies et représente aujourd'hui 318 millions de personnes, soit un taux d'urbanisation très élevé de 65 %. Dans le même temps, la région a connu un développement économique important, marqué par la croissance des industries extractives (notamment, pétrolières et gazières) et par la baisse du poids du secteur agricole dans le Produit intérieur brut (PIB) : de 30 %

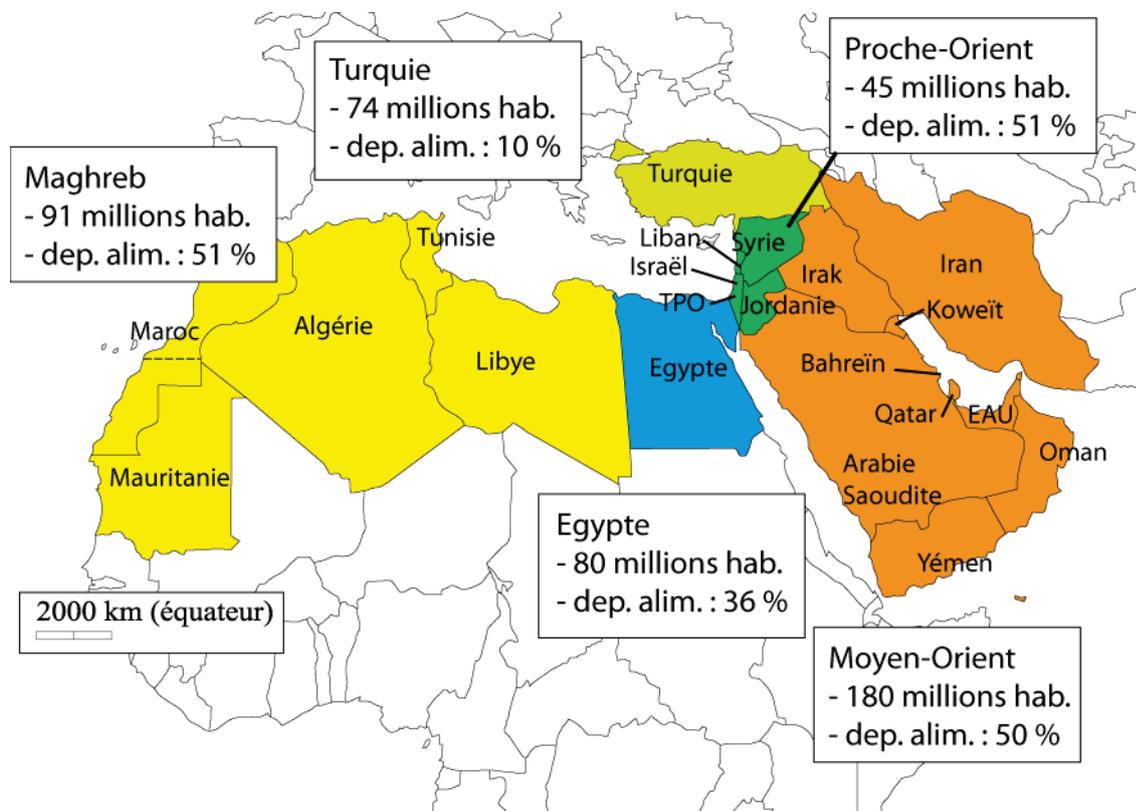
² **Maghreb** : Algérie, Maroc, Tunisie, Mauritanie et Libye.

Proche-Orient : Syrie, Liban, Jordanie, Israël et Territoires Palestiniens.

Moyen-Orient : Iran, Irak, Arabie Saoudite, Koweït, Emirats-Arabes-Unis, Yémen, Bahreïn, Qatar et Oman.

du PIB en moyenne en 1960, l'agriculture n'en représente plus que 6 % en 2012. Le PIB par habitant est passé de 881 à 4 590 \$ US constants (base 2005).³

Carte 1 – La région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions.



* « dep. alim. » : dépendance alimentaire (part des kilocalories consommées par la zone issues d'importations).

Maghreb : Algérie, Maroc, Tunisie, Mauritanie et Libye.

Proche-Orient : Syrie, Liban, Jordanie, Israël et Territoires Palestiniens.

Moyen-Orient : Iran, Irak, Arabie Saoudite, Koweït, Emirats-Arabs-Unis, Yémen, Bahreïn, Qatar et Oman.

Pour faire face à la forte croissance de la demande alimentaire urbaine qui résulte de ces évolutions démographiques, les Etats de la région ont, à partir des années 1960, mis en place un ensemble de politiques visant, d'une part, à la sécurité alimentaire notamment des populations les plus pauvres (encadrement des importations et stockage des produits de base⁴, contrôle des prix à la consommation de certains produits alimentaires) et, d'autre part, à la croissance de la production agricole (réformes agraires, intensification, mécanisation, accès au foncier et à l'eau). Même si, au cours des années 1980 et 1990, l'envergure de ces politiques a été limitée par la mise en place des politiques d'ajustement structurel, elles restent encore un pilier déterminant du système alimentaire de la région (CIHEAM, 1998 ; IPEMED, 2010).

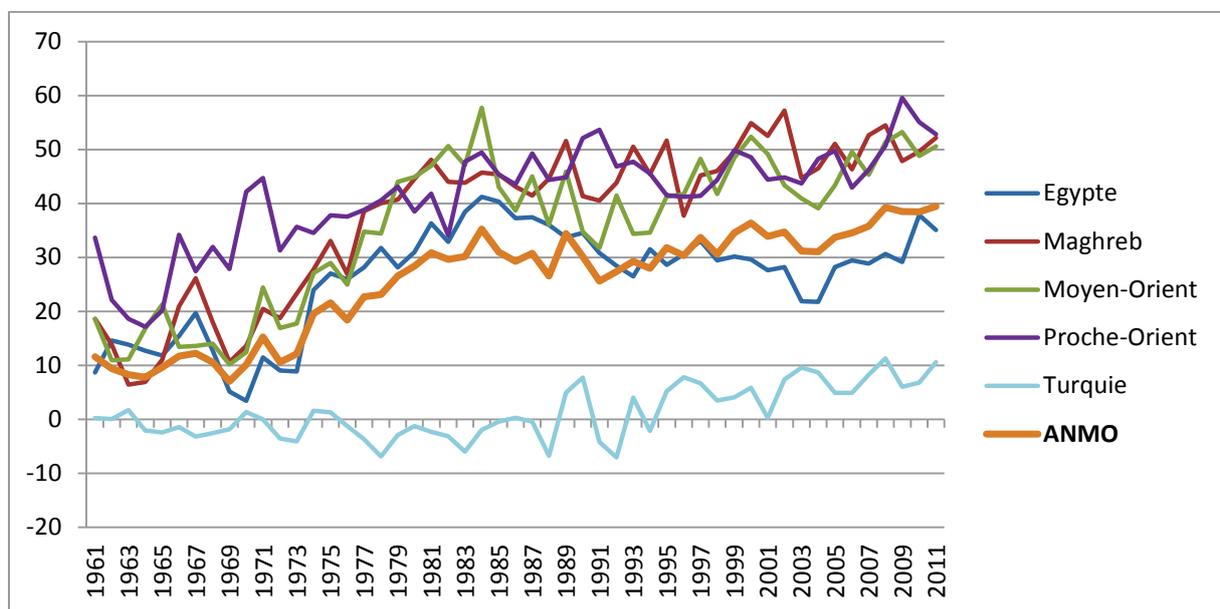
Cependant, les fortes contraintes pédoclimatiques qui s'imposent à l'agriculture régionale, ainsi que certaines insuffisances des politiques agricoles menées au cours des dernières décennies, se traduisent par une croissance modérée de la production agricole régionale, celle-ci restant très en-deçà des besoins alimentaires de la région. L'écart entre offre agricole et demande alimentaire de la région s'est ainsi accru au fil des décennies et les pays de la région ont de plus en plus recouru au marché international pour couvrir leurs besoins alimentaires. Comme l'illustre très clairement la

³ A titre de comparaison, le PIB par habitant de l'Union européenne est en moyenne pour 2013 de 29 951 \$ US constants (base 2005).

⁴ Céréales, huiles végétales, sucre et produits laitiers.

figure 1, la dépendance alimentaire de la région a fortement augmenté : alors que son approvisionnement alimentaire dépendait du marché international à hauteur de 10 % en 1961, son taux de dépendance alimentaire est passé à 40 % en 2011, ce qui fait de cette région un des acteurs centraux du commerce international agricole et agro-alimentaire (Nigatu et Motamed, 2015). Certes, la Turquie fait ici exception (comme dans d'autres domaines examinés plus loin) et la dépendance de l'Égypte est moins prononcée mais, prises globalement, les importations de produits agricoles et agro-alimentaires pèsent aujourd'hui très lourd dans les économies et les politiques de la plupart des pays de la région. A la dépendance alimentaire de la région, s'ajoute dorénavant une vulnérabilité budgétaire de plus en plus prégnante (Abis, 2012 ; IPEMED, 2010), notamment pour les pays ne disposant pas de rente pétrolière ou gazière pour financer leurs importations alimentaires par le biais de subventions à la consommation.

Figure 1 – Dépendance alimentaire nette⁵ de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et de ses sous-régions, mesurée par la part des disponibilités alimentaires importées (en kilocalories, 1961-2011)



Sources : FAOStat et base GlobAgri-Pluriagri

Parallèlement, la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, dont la population continue de croître à un rythme élevé, est de plus en plus souvent considérée comme un « hot spot » climatique où les effets de l'augmentation des températures risquent d'être amplifiés par la raréfaction des précipitations et la multiplication des épisodes de sécheresse (Hare *et al.*, 2011). Les conséquences potentielles de ces évolutions sur les conditions d'adaptation des agricultures locales sont multiples : disponibilité de la ressource en eau, salinisation, dégradation et érosion des sols, baisse de rendements, etc. (Iglesias, 2011). Ces contraintes supplémentaires, auxquelles les agricultures de la région peuvent avoir des difficultés à s'adapter, risquent d'accroître encore l'écart entre offre régionale de produits agricoles et demande alimentaire de la région.

C'est cette situation de dépendance, potentiellement renforcée, d'un côté, par les évolutions démographiques et, de l'autre, par les effets locaux du changement climatique, et dont les conséquences sont multiples en matière de pauvreté et d'enjeux géostratégiques, qui est au cœur des interrogations envisagées ici. Partant d'une analyse approfondie de la situation actuelle et de la

⁵ La dépendance alimentaire nette correspond à la part des imports nets (*i.e.* imports - exports) dans l'approvisionnement total d'une région ou d'un pays. Elle est ici calculée à partir des données en kilocalories.

façon dont les évolutions observées au cours des 50 dernières années permettent d'en rendre compte, cette étude propose un ensemble de projections à l'horizon 2050 permettant d'envisager les évolutions possibles de cette situation de dépendance.

La démarche retenue pour explorer les futurs agricoles et alimentaires possibles de la région s'appuie sur la mobilisation du modèle de bilans ressources agricoles – emplois alimentaires, *GlobAgri*, élaboré par l'INRA et le Cirad dans le cadre de la prospective *Agrimonde-Terra*.⁶ Un premier scénario de référence est construit et simulé en se basant sur des hypothèses d'évolution tendancielle des différentes composantes du système (éléments constitutifs des consommations alimentaires et des productions agricoles, notamment) telles qu'elles peuvent être observées au travers d'une analyse rétrospective menée sur longue période 1961-2012 (Marty *et al.*, 2015a et 2015b). Ce premier scénario de référence, tendanciel, est complété par l'intégration des effets potentiels que le changement climatique peut avoir sur les rendements végétaux, d'un côté, et sur l'extension ou la raréfaction des surfaces cultivables, de l'autre. Partant de ce second scénario de référence, tendanciel intégrant les effets du changement climatique, on procède ensuite à une analyse de sensibilité en vue d'examiner la façon dont des hypothèses d'évolution différentes portant sur l'une ou l'autre des composantes du système peuvent renforcer ou, au contraire, freiner certaines des évolutions du scénario de référence. Ainsi, sera envisagée la façon dont le progrès technique pourrait compenser tout ou partie des impacts négatifs liés aux changements globaux en améliorant rendements végétaux et efficacités animales. De la même façon, les modes de gestion de l'eau et de l'irrigation peuvent constituer une réponse à ces difficultés dont les effets pourraient être différenciés selon les 5 sous-régions. Du côté de la demande, les conséquences d'une hypothèse alternative de croissance démographique seront envisagées tout comme celles d'évolutions différenciées des régimes alimentaires, marquées par un renforcement de l'« occidentalisation » *via* une augmentation de la part des produits animaux notamment, ou par un « retour » à une diète méditerranéenne plus traditionnelle. Enfin, une option de limitation des pertes et gaspillages, à la fois au niveau de la production et au niveau de la distribution et de la consommation, sera également examinée.

La présentation de cet ensemble de résultats s'organise en **quatre chapitres** :

- (i) On procède tout d'abord à une analyse rétrospective de longue période (1961-2012) des différentes composantes du système agricole et alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient ;
- (ii) Puis, on présente, dans ses grandes lignes, le fonctionnement du modèle de simulation *GlobAgri*, permettant de mieux appréhender les hypothèses sur lesquelles il repose, ses variables d'entrée et ses résultats de sortie ;
- (iii) On détaille ensuite les deux scénarios de référence (tendanciel, sans renforcement des effets du changement climatique, et tendanciel avec renforcement des effets du changement climatique) mettant en regard les hypothèses faites sur les variables d'entrée à l'horizon 2050 et les résultats sur les équilibres emplois agricoles – ressources alimentaires qui en résultent ;
- (iv) Enfin, on examine la façon dont les résultats peuvent être infléchis ou modifiés selon les options alternatives qui peuvent affecter les différentes composantes du système grâce à une analyse de sensibilité en différentes étapes.

⁶ Qui s'appuie sur des principes méthodologiques similaires à ceux qui sous-tendent le modèle construit pour *Agrimonde*, *AgriBiom* (Dorin *et al.*, 2011), et remobilisé récemment pour le compte de Pluriagri (Dorin, 2014).

Chapitre 1 : Une analyse rétrospective (1961-2012) des composantes du système agricole et alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient

Ce premier chapitre⁷ vise à expliciter et documenter les dynamiques agricoles, alimentaires et du commerce international – soit l'évolution du système agricole et alimentaire – à l'œuvre dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient depuis les années 1960, afin d'éclairer la situation actuelle de la région et de ses sous-régions dans sa trajectoire d'accentuation de sa dépendance aux importations alimentaires. Il s'agit donc d'analyser les différentes composantes de cette dépendance alimentaire en détaillant successivement les évolutions des éléments constitutifs de la demande alimentaire (volume et caractéristiques de la diète), les caractéristiques de l'offre agricole et ses évolutions, avant de se focaliser sur les circuits d'échanges auxquels la région fait appel pour couvrir ses besoins.

L'analyse s'appuie principalement sur les équilibres emplois-ressources tels qu'ils ressortent des données de type *commodity balances* de la FAO et de la base de données *FAOStat*. Ces données ont été assemblées, affinées et complétées par l'Inra et le Cirad dans le cadre de la construction du modèle *GlobAgri* pour la prospective *Agrimonde-Terra*.⁸ Les données et le modèle ayant été adaptés pour cette étude, en termes de nomenclatures géographique et de produits et en ce qui concerne certaines hypothèses de fonctionnement notamment, nous nous référons donc ici à la version spécifique *GlobAgri-Pluriagri*. C'est cette version qui sera utilisée dans les parties suivantes de cette étude.

1. Une demande alimentaire et agricole qui s'accroît et qui change de nature, tout en restant principalement végétale et céréalière

La disponibilité alimentaire est un indicateur classiquement mobilisé par la FAO pour évaluer la quantité totale de produits alimentaires disponibles pour l'alimentation humaine dans un pays. Exprimée en kilocalories disponibles par habitant et par jour, elle combine les deux dimensions caractéristiques de l'évolution des régimes alimentaires : la dimension quantitative *via* l'évolution du nombre de kilocalories de la ration ; la dimension qualitative *via* les changements de la structure des régimes.

1.1. Une transition nutritionnelle déjà bien avancée

Si la région Afrique du Nord – Moyen-Orient présente plusieurs des caractéristiques des zones ayant entamé une transition nutritionnelle (augmentation des apports caloriques quotidiens et hausse de la part des huiles et du sucre dans la disponibilité alimentaire), l'évolution de son régime alimentaire moyen diffère du modèle dit « occidental » par la très faible croissance de la part des produits animaux et la prégnance de la part des céréales dans la ration.

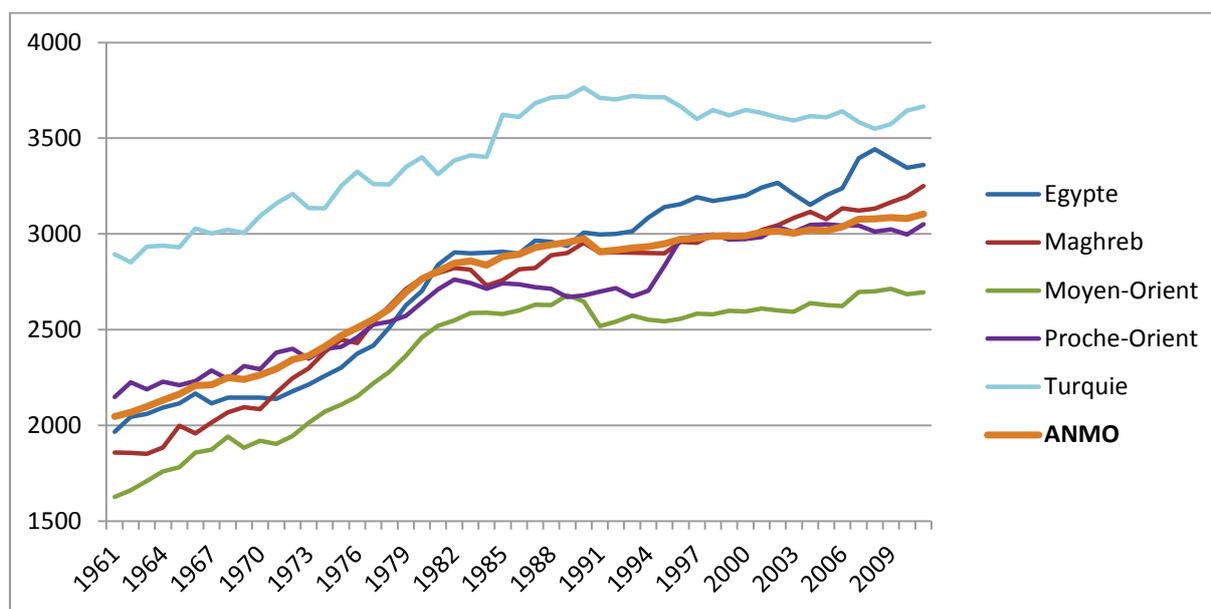
⁷ Qui reprend les principaux éléments d'un rapport nettement plus détaillé (Marty *et al.*, 2015a) réalisé en première étape de ce travail, et dont une version synthétique est également disponible (Marty *et al.*, 2015b).

⁸ Les traitements opérés sur les données *FAOStat* concernent notamment la réévaluation en équivalent produits primaires de certains produits dérivés et leur réintégration dans les postes correspondants des bilans emplois-ressources des produits primaires (cf. chapitre 2).

1.1.1. La disponibilité alimentaire de la région tend vers des niveaux occidentaux

La région Afrique du Nord – Moyen-Orient a connu, au cours de la période, une croissance très forte de sa disponibilité alimentaire : celle-ci est passée de 2 000 à plus de 3 000 Kcal/hab/jour (fig. 1.1). Cette augmentation, à un rythme supérieur à celui de l'Europe, lui a permis de se rapprocher des niveaux européens. L'augmentation a porté tant sur la disponibilité alimentaire végétale (de 1 900 à 2 700 Kcal/hab/jour) qu'animale (de 210 à 300 Kcal/hab/jour). L'augmentation des niveaux de disponibilité alimentaire a été particulièrement forte au cours des années 1960 et 1970 ; elle s'est ralentie par la suite. Cette évolution régionale est le résultat de la combinaison des tendances parfois différentes entre les sous-régions constitutives de la région ANMO.

Figure 1.1 – Evolution de la disponibilité alimentaire par habitant et par jour dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions, 1961-2011 (en Kcal/hab/jour)



Sources : FAOStat et base GlobAgri-Pluriagri

Ainsi, la Turquie qui, dès les années 1960, avait une disponibilité alimentaire par habitant largement supérieure à la moyenne régionale, n'a pas connu un rythme de croissance aussi soutenu et est aujourd'hui la seule sous-région de notre ensemble dont la disponibilité par habitant est équivalente à celle de l'Europe. Au Maghreb, au Proche-Orient et en Egypte, l'augmentation de la disponibilité alimentaire par habitant a été très importante entre les années 1960 et 1980 ; son rythme de croissance s'étant ralenti dans les décennies suivantes, elle atteint aujourd'hui un niveau intermédiaire. Enfin, le Moyen-Orient a connu une forte augmentation de sa disponibilité alimentaire par habitant au cours des années 1960 et 1970, mais cette progression a été bloquée dans les années 1990 et 2000, notamment du fait des conflits auxquels cette sous-région doit faire face (Walliser, 2010). Aujourd'hui, la situation nutritionnelle du Moyen-Orient paraît fragile avec la disponibilité alimentaire la plus faible de la région (2 600 Kcal/hab/jour).

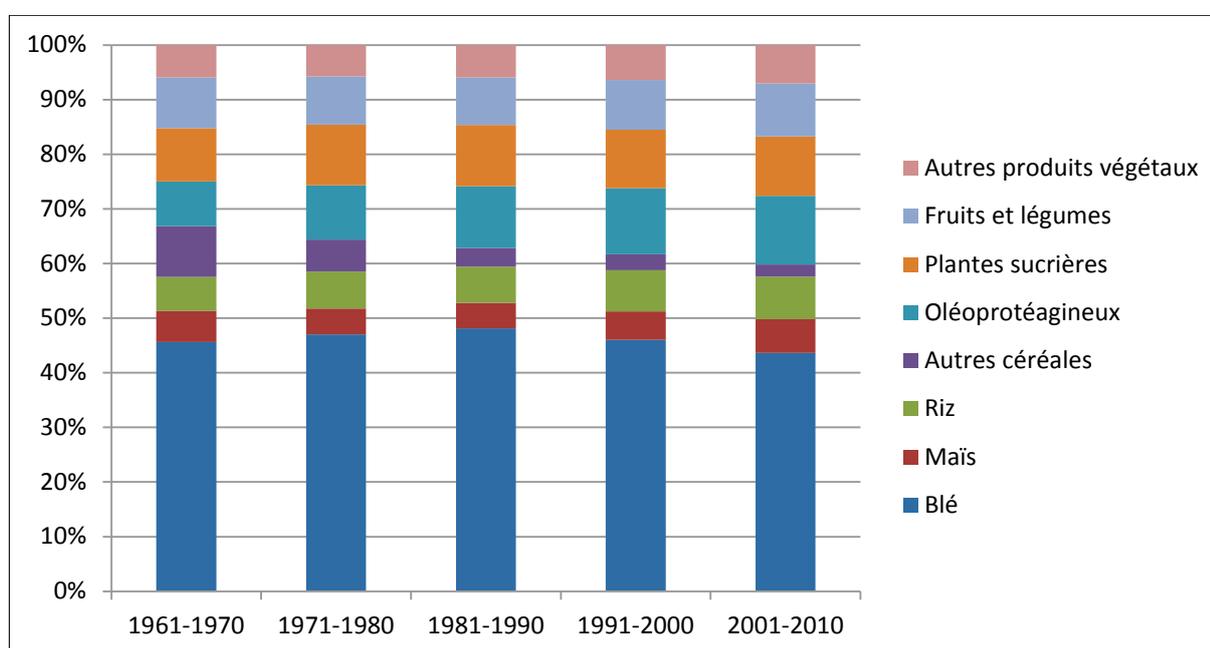
Combinée au triplement de la population régionale, cette croissance de la disponibilité alimentaire par habitant se traduit par une explosion de la demande alimentaire. Celle-ci a quintuplé en l'espace de cinquante ans, passant de 103 à 525 billions de kilocalories.⁹

⁹ un billion représente mille milliards (soit 1012). Une kilocalorie (kcal) est égale à 1 000 calories (cal). Un billion de kcal représente donc un million de milliards (1015) de calories.

1.1.2. La révolution des huiles végétales et le poids croissant des produits sucriers

Cet accroissement de la demande alimentaire globale s'accompagne d'évolutions profondes du régime alimentaire et donc de la structure de la demande selon les différents produits agricoles. On note tout d'abord une forte augmentation de la consommation des huiles végétales : en passant de 100 à 300 Kcal/hab/jour, elles ont vu leur part dans la disponibilité alimentaire végétale de la région passer de 5 % en 1961 à 10 % en 2012 (fig. 1.2), soit une demande en kilocalories qui passe de 6 à 58 trillions. Le fait marquant est un changement radical des types d'huiles consommées. En début de période, les plus consommées sont les huiles traditionnelles et locales : huile d'olive et huile de coton. Celles-ci sont remplacées, au cours des années 1970, par les huiles de palme, de soja et de tournesol, qui sont, elles, de plus en plus importées.

Figure 1.2 – Composition de la partie végétale de la diète alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, 1961-2011 (part de chaque type de produits dans la disponibilité végétale, en Kcal, destinée à l'alimentation humaine, moyennes annuelles par tranche décennale)



Sources : FAOStat et base GlobAgri-Pluriagri

L'autre évolution remarquable de la période concerne la forte croissance de la consommation de produits sucriers qui passe, en moyenne régionale, de 160 à 300 Kcal/hab/jour, soit une part des produits sucriers dans la ration qui s'établit aux alentours de 10 % en fin de période. Ainsi, la consommation annuelle de produits et plantes sucrières passe de 8 billions de kilocalories en 1961 à plus de 51 billions à la fin des années 2000.

Ces deux évolutions du régime alimentaire moyen sont en grande partie responsables de l'augmentation considérable des maladies chroniques non transmissibles et de l'obésité dans la région (Popkin *et al.*, 2012), augmentation d'autant plus inquiétante que les carences nutritionnelles y persistent (Fahed *et al.*, 2011).

1.2. Le maintien de certaines des caractéristiques du régime méditerranéen

Si ces divers traits d'évolution des régimes alimentaires de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient sont cohérents avec ce qui, en matière de transition nutritionnelle, correspond à une « occidentalisation » des régimes alimentaires (Drewnowski *et al.*, 1997), la région semble cependant suivre, du moins jusqu'à ce jour, une voie particulière de transition nutritionnelle. En effet, on

assiste, dans le même temps, au maintien des caractéristiques fortes du régime méditerranéen : la part des produits végétaux y reste élevée, celle des produits animaux n'augmente que très faiblement et les céréales continuent à y jouer un rôle prépondérant.

1.2.1. La prégnance des produits d'origine végétale et la faible part des produits animaux

Les produits d'origine végétale représentent en moyenne 90 % de la disponibilité alimentaire, et ce quelle que soit la tranche décennale de la période étudiée. Cette remarquable stabilité de la part des produits végétaux différencie très nettement le modèle de transition nutritionnelle de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient de celui, plus classique, au sein duquel développement économique et accroissement des revenus des ménages se traduisent quasi-mécaniquement par une modification des équilibres entre produits végétaux et produits animaux au profit de ces derniers. Ici, comme dans d'autres régions du monde telle que l'Inde ou l'Afrique de l'Ouest, rien de tout cela n'est observé : les « fondamentaux » du régime méditerranéen semblent se maintenir, la part des produits animaux dans la ration alimentaire quotidienne plafonnant aux environs de 10 %.

1.2.2. L'importance des céréales, notamment du blé, dans la diète méditerranéenne

Parmi les produits végétaux, les céréales continuent à jouer un rôle central dans la disponibilité alimentaire de la région, même si leur part dans la disponibilité régionale en produits végétaux tend à baisser de 65 à 60 % au cours de la période (fig. 1.2). Ce maintien à un niveau élevé de la part des céréales dans la disponibilité végétale de la région, trait particulier au régime méditerranéen et à son évolution, s'explique par la combinaison de plusieurs facteurs : les traditions culinaires de la région, favorisant les aliments à base céréalière (CIHEAM, 2012), ont été encouragées par les politiques de maintien de prix à la consommation bas pour les produits dits de première nécessité et renforcées par les faibles revenus d'une partie des consommateurs (Allaya, 1993 ; CIHEAM, 1998).

Le blé est la céréale la plus consommée, représentant, suivant les périodes, entre 40 et 50 % de la disponibilité alimentaire végétale de la région. Les « autres céréales » (orge et avoine, notamment) dont la place est particulièrement prégnante en début de période, voient leur part se réduire considérablement au point d'être supplantées, dès les années 1980, par le riz et le maïs.

Combiné à l'augmentation quantitative des régimes et à la croissance démographique, le maintien à un niveau élevé du poids des céréales dans les régimes alimentaires se traduit par une très forte progression de la demande céréalière de la région : d'environ 63 billions de kilocalories dans les années 1960, elle avoisine, au début des années 2010, 268 billions de kilocalories par an, soit une multiplication par 4 sur la période. Cette pression engendre un recours accru au marché international pour répondre aux besoins.

1.2.3. La place maintenue des fruits et légumes, des légumineuses, racines et tubercules

Dans le même temps, on assiste au maintien à un niveau relativement élevé de la part des fruits et légumes dans la disponibilité alimentaire végétale de la région, soit environ 10 %, autre trait caractéristique du régime méditerranéen. Parallèlement, les légumineuses et les « racines et tubercules » maintiennent, voire augmentent très légèrement, leur place dans la ration, leur part dans la disponibilité alimentaire végétale variant de 4 à 5 %, les « racines et tubercules » tendant à prendre quelque peu le pas sur les légumineuses.

1.3. La demande en produits animaux renforce la demande en végétaux via l'alimentation animale

Si la part des produits animaux dans les régimes alimentaires de la région reste stable, l'évolution de la structure de la consommation de produits animaux s'accompagne d'une intensification de l'élevage domestique¹⁰ et se traduit par un recours accru aux importations d'aliments concentrés (céréales et tourteaux d'oléagineux principalement), pour assurer l'alimentation des animaux élevés sur place. Combinée à la croissance des besoins en produits animaux, l'évolution structurelle de l'alimentation animale accroît substantiellement la dépendance alimentaire végétale de la région.

1.3.1. Une consommation accrue de viande de volailles et d'œufs ...

Au-delà de l'augmentation quantitative de la disponibilité alimentaire en produits animaux (de 210 à plus de 300 Kcal/hab/jour), le fait marquant est l'accroissement substantiel de l'apport en viande de volailles : sa part dans la disponibilité en produits animaux passe de 4 à près de 20 %, en moyenne dans la région, au cours de la période (tab. 1.1). Corrélativement, celle du lait et des produits laitiers diminue mais reste prépondérante, passant de 55 à 45 % de la disponibilité en produits animaux. Notons cependant que cette baisse de la part du lait et des produits laitiers n'empêche pas une croissance en valeur absolue du nombre de kilocalories disponibles sous cette forme par personne et par jour, du fait de l'accroissement des disponibilités totales en Kcal/hab/jour.

Tableau 1.1 - Disponibilité alimentaire en produits animaux dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions, 1961-2011
(moyenne en Kcal et part du total animal, par tranche décennale)

		Moyenne 1961-1970	Moyenne 1971-1980	Moyenne 1981-1990	Moyenne 1991-2000	Moyenne 2001-2010
Lait & produits laitiers	Kcal /hab/j %	116,4 55,1	126,9 53,4	138,3 49,0	123,5 45,8	132,2 43,7
Viande de volailles	Kcal /hab/j %	8,6 4,1	16,3 6,9	30,5 10,8	36,9 13,7	55,8 18,5
Viande de petits ruminants	Kcal /hab/j %	30,0 14,2	29,1 12,3	30,3 10,7	28,1 10,4	25,8 8,5
Œufs	Kcal /hab/j %	8,2 3,9	12,8 5,4	17,3 6,1	20,4 7,6	22,2 7,4
Poissons	Kcal /hab/j %	6,2 2,9	8,6 3,6	13,1 4,7	14,8 5,4	18,5 6,1
Bœuf & autres produits animaux	Kcal /hab/j %	42,0 19,8	43,8 18,4	52,9 18,7	46,1 17,1	47,8 15,8
Ensemble	Kcal /hab/j %	211,4 100,0	237,5 100,0	282,4 100,0	269,8 100,0	302,3 100,0

On observe également, mais dans une bien moindre mesure, un accroissement de la part des œufs et du poisson : de 4 à 7 % pour les œufs et de 3 à 6 % pour le poisson. L'apport en viande de petits ruminants se réduit tant en kilocalories qu'en part dans la disponibilité alimentaire animale, cette dernière passant de 14 à moins de 9 % pendant la période.

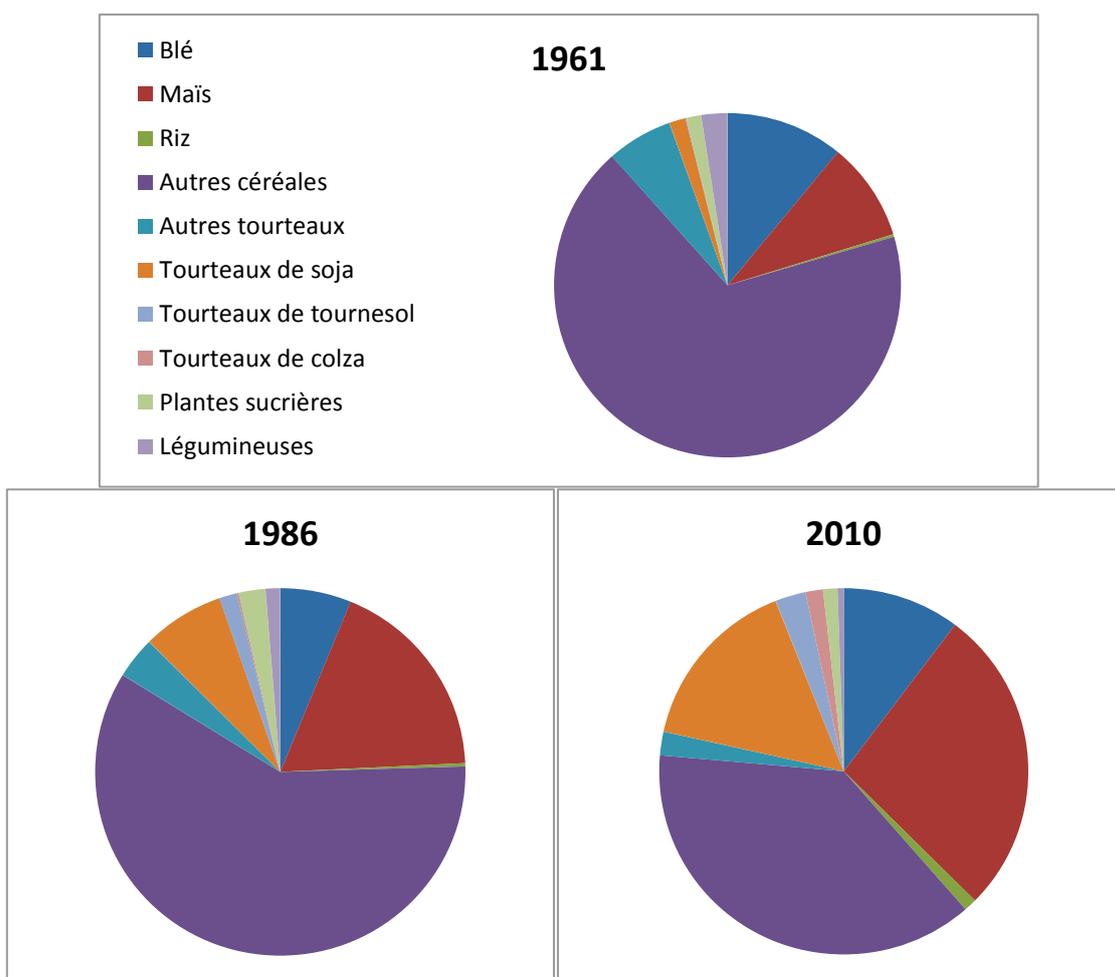
¹⁰ Dont les signes sont la baisse relative du pastoralisme, le développement de l'élevage avicole hors-sol, et de façon générale, un recours croissant aux aliments concentrés qui permettent l'intensification de la production en lait et viande.

1.3.2. ... qui accroît le poids du maïs et des tourteaux de soja dans l'alimentation animale

La croissance en volume des produits animaux implique une augmentation des besoins en produits végétaux dans la région. Comme on le verra plus loin, la région Afrique du Nord – Moyen-Orient a enregistré une augmentation importante de ses productions animales, accompagnée d'une évolution de leur structure par produit qui a globalement suivi celle de la consommation de produits animaux décrite ci-dessus. L'accroissement de la production animale a ainsi entraîné une augmentation substantielle des besoins en matières premières végétales à destination de l'alimentation animale : c'est de fait à une multiplication par 8 des besoins en calories végétales pour l'alimentation animale à laquelle on assiste au cours de la période (de 34 milliards de kilocalories par an à 296 milliards). Cette croissance des besoins en alimentation animale, nettement plus rapide que celle de la consommation de produits animaux, s'ajoute à l'augmentation de la demande en produits végétaux destinés à l'alimentation humaine et amplifie donc les besoins végétaux de la région.

Avec des surfaces en pâtures restées constantes, l'augmentation de la demande en alimentation animale a contribué à la dégradation de la ressource pastorale (Le Houérou, 1975 ; Hassan, 1989 ; Bedrani *et al.*, 1996 ; Alary *et al.*, 2005) ce qui, même à structures d'élevage inchangées, a entraîné le développement d'un élevage s'appuyant davantage sur les végétaux cultivés.

Figure 1.3 – Structure de la ration animale (hors fourrages annuels et herbe) de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient en 1961, 1986 et 2011



Sources : FAOStat et base GlobAgri-Pluriagri

Les modifications subies par la structure de la ration animale hors fourrages annuels et herbe de la région sont également profondes (fig. 1.3). Les autres céréales, prégnantes dans les rations animales

au cours des années 1960, ont été remplacées par le maïs. La baisse de la part des céréales dans la ration s'effectue au bénéfice des tourteaux d'oléagineux et, parmi eux, au bénéfice des tourteaux de soja. Pratiquement inexistantes en début de période (1,5 % de la ration animale), ils pèsent en 2010 plus de 15 % des kilocalories mobilisées pour l'alimentation du bétail (hors fourrages annuels et herbe) et ont supplanté tous les autres tourteaux d'oléo-protéagineux.

1.4 Au total, des besoins en produits végétaux multipliés par 5

La demande en produits végétaux de la région, que ce soit pour l'alimentation humaine ou animale, a ainsi très fortement augmenté au cours de la période : entre 1961 et 2011, elle a été multipliée par 5 pour l'alimentation humaine et par 8 pour l'alimentation animale. L'accroissement de la demande régionale en kilocalories, les modifications de la composition des diètes humaines et de la ration animale ont fait évoluer de façon importante les besoins de la région pour les différents produits végétaux (tab. 1.2), principalement céréales, huiles végétales, plantes sucrières et tourteaux.

Tableau 1.2 – Demande en principaux produits végétaux de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et de ses sous-régions, en 2011 (milliers de tonnes)

		Egypte	Maghreb	Moyen-Orient	Proche-Orient	Turquie	Ensemble
Consommation humaine et animale	Blé	15 768	18 458	25 554	6 950	13 124	79 853
	Maïs	12 418	5 850	8 996	3 923	3 827	35 014
	Autres céréales	3 755	8 532	13 974	3 266	8 431	37 959
	Plantes sucrières	7 371	3 218	5 086	1 908	2 551	20 134
Consommation humaine	Huile de palme	12	80	656	75	347	1 171
	Huile de soja	223	624	699	237	204	1 987
	Huile de tournesol	132	148	409	150	722	1 562
Consommation animale	Tourteaux de soja	2 450	2 140	3 645	1 620	1 583	11 438
	Tourteaux de colza	3	104	507	86	216	915
	Tourteaux de tournesol	98	189	108	269	1 523	2 188

Sources : FAOStat et base GlobAgri-Pluriagri

2. Une offre agricole qui ne croît que dans certaines zones du fait des contraintes qui pèsent sur les facteurs de production

L'augmentation considérable des besoins agricoles et alimentaires de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et les évolutions de leur structure sont, en partie, couvertes par l'accroissement de l'offre agricole régionale. Cependant, et même si cette offre agricole s'est accrue de façon spectaculaire, son rythme de croissance est resté en-deçà de celui de la demande tant humaine qu'animale. Les fortes contraintes qui pèsent sur les facteurs de production dans la région se traduisent donc par une réelle difficulté, pour la production domestique, à couvrir des besoins alimentaires en croissance rapide.

2.1. Une production végétale et des rendements en progression

2.1.1. Une production végétale multipliée par 4 mais qui ne suit pas l'expansion démographique

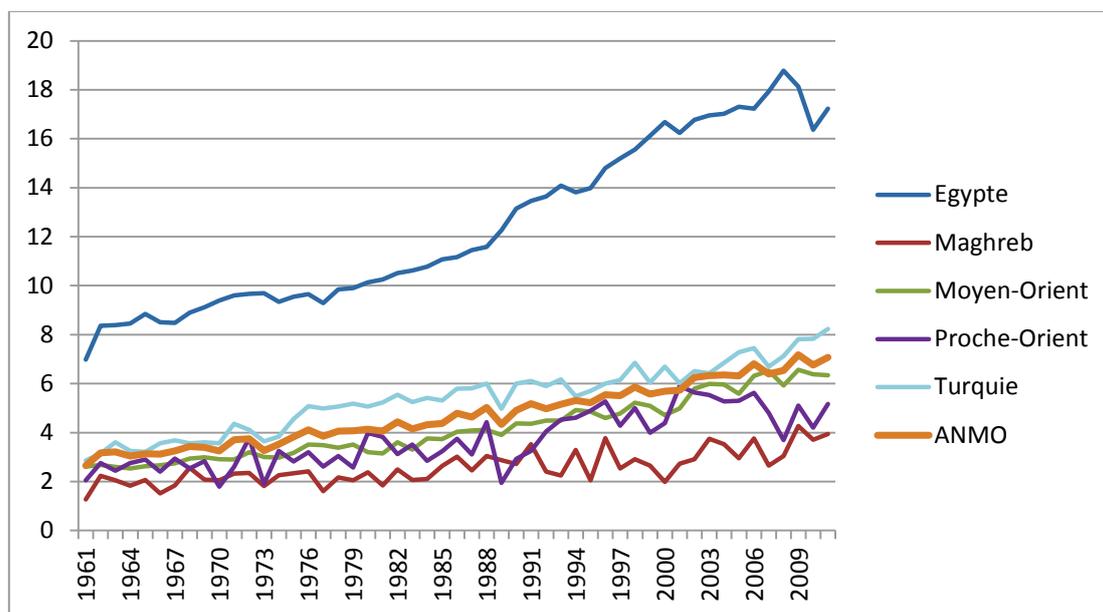
La production végétale de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient a pratiquement quadruplé au cours de la période, passant de 120 à 450 milliards de Kcalories. Cette augmentation de production est largement due à la croissance de la productivité à l'hectare, passée de 2,6 millions de kilocalories

végétales produites par hectare dans les années 1960 à plus de 7 millions de kilocalories en 2011 (fig. 1.4). Cette croissance spectaculaire – la production végétale de l’Europe a été dans le même temps multipliée « seulement » par 2 – n’a cependant pas suivi l’expansion démographique de la région.

La Turquie fait notablement exception : principal producteur en volume sur l’ensemble de la période, c’est la seule sous-région dont la production végétale a suivi un rythme de croissance proche de celui de la demande, grâce notamment à une progression continue des rendements globaux. La dynamique de la production végétale est également marquée par une croissance spectaculaire en Egypte, où elle est portée par une forte progression des rendements à partir des années 1980 (Abdel-Hakim, 1993 ; CIHEAM, 1998). Cette croissance permet au pays d’être le troisième contributeur à la production végétale totale de la région (tab. 1.3), alors que ses terres cultivées (et cultivables) sont très peu étendues. Les rendements égyptiens atteignent, notamment dans le cas du blé, des niveaux européens et se situent loin devant les rendements des autres sous-régions. Cette progression des rendements égyptiens et leur grande stabilité interannuelle sont dues à l’irrigation de l’ensemble des terres cultivées.

Le Moyen-Orient est le second plus gros contributeur au volume de production végétale de la région (tab. 1.3). La production végétale en volume et les rendements y ont subi des variations importantes : phases de croissance dues à des programmes d’agriculture intensive dans certains pays de la zone (Looney, 1990 ; CIHEAM, 1998) et phases de réduction dues à l’arrêt de ces programmes et aux conflits qui agitent la zone (Walliser, 2010).

Figure 1.4 – Evolution des rendements globaux en production végétale par sous-région de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, 1961-2011, (millions de kcalories par hectare)



Sources : FAOStat et base GlobAgri-Pluriagri

Tableau 1.3 – Tonnages produits (et surfaces) pour les principaux produits végétaux dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions en 2011 (en milliers de tonnes et d’hectares)

	Egypte	Maghreb	Moyen-Orient	Proche-Orient	Turquie	Ensemble ANMO	
						1000 t.	1000 ha
Blé	8 407	10 347	16 567	4 143	21 800	61 264	24 836
Maïs	6 876	236	3 265	414	4 200	14 992	2 498
Autres céréales	1 056	4 474	4 537	790	8 295	19 153	11 643
Plantes sucrières	23 251	3 799	9 976	1 808	16 126	54 961	844
Fruits et légumes	28 933	24 261	45 729	12 954	41 793	153 669	8 950
Soja	30	1	170	2	102	305	108
Tournesol	19	56	116	20	1 335	1 545	814

Sources : FAOStat et base GlobAgri-Pluriagri

La production végétale et les rendements du Maghreb et du Proche-Orient sont d’abord marqués par une extrême variabilité interannuelle, dans un contexte où prédominent les cultures pluviales. Le Maghreb contribue à la production végétale régionale plus largement que le Proche-Orient, compte tenu de la différence dans les superficies mises en culture, mais ses rendements végétaux restent parmi les plus faibles de la région. Le Proche-Orient est le plus faible contributeur à la production végétale totale de la région, compte tenu de sa faible taille à l’échelle régionale, mais la progression de ses rendements au cours de la période a néanmoins été plus forte qu’au Maghreb ou au Moyen-Orient.

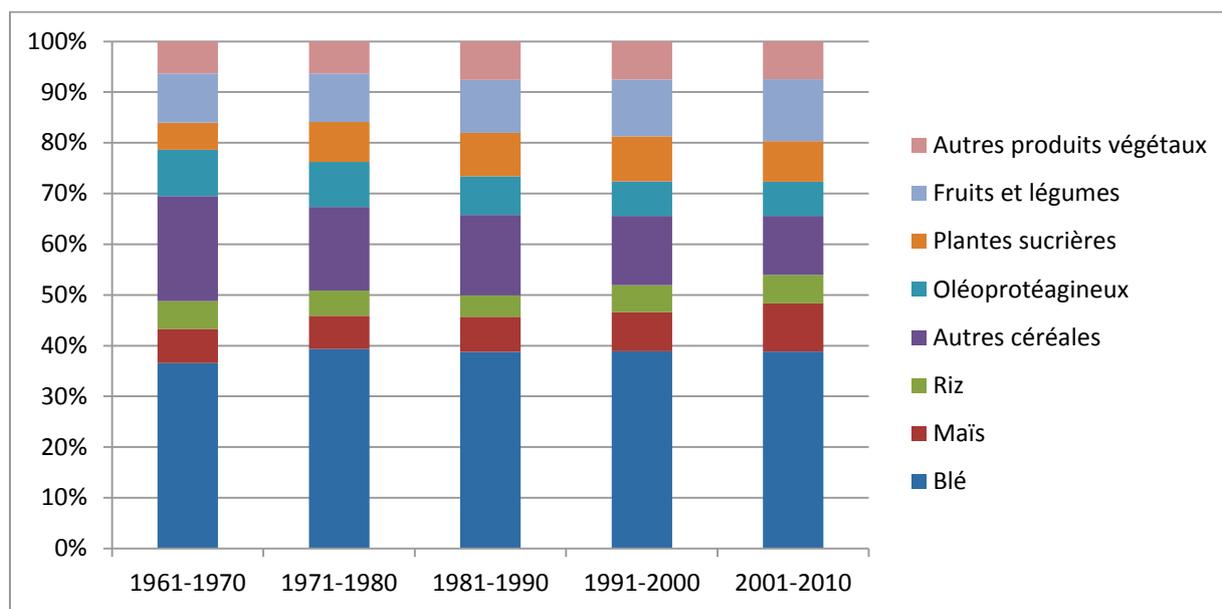
L’examen des tonnages des produits végétaux les plus importants montre la puissance de l’agriculture turque, qui produit 35 % du blé de la région, suivie par le Moyen-Orient (27 %). La Turquie est en outre le principal producteur d’« autres céréales » (43 % de la production régionale).

2.1.2. Une structure de la production végétale quasiment inchangée et qui a peu suivi les évolutions de la demande

L’évolution structurelle de la production végétale dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient est particulièrement faible au regard de celle de la demande. Quelques évolutions peuvent néanmoins être relevées, qui reflètent en partie les orientations des politiques agricoles engagées par les pays de la région ainsi que les signaux envoyés par les marchés internationaux (Allaya *et al.*, 1988).

Les céréales gardent une place centrale dans la production agricole régionale : elles pèsent entre 70 et 65 % de la production en kilocalories sur l’ensemble de la période – avec une légère tendance à la baisse, particulièrement entre les années 1960 et les années 1980 (fig. 1.5). Couvrant en outre près de 45 % des terres cultivées, elles sont un enjeu majeur des politiques de soutien à l’agriculture mises en place dans la région (Allaya *et al.*, 1988 ; CIHEAM, 1998 ; IPEMED, 2011). Représentant de façon continue 40 % de la production végétale sur 28 % des surfaces, le blé dans la production régionale est la production fondamentale. Viennent ensuite les autres céréales, principalement l’orge et l’avoine, qui représentent près de 20 % de la production végétale au début de la période, mais dont la part diminue pour atteindre 10 % en fin de période. Cette évolution est notamment due aux politiques agricoles de soutien et d’intensification de la production céréalière qui, à partir des années 1980, se focalisent sur le blé et le maïs, délaissant les autres céréales (CIHEAM, 1998 ; IPEMED, 2014). L’évolution récente du poids du maïs est également à mettre en relation avec les besoins pour l’alimentation animale.

Figure 1.5 – Contribution des différents produits végétaux à la production végétale de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, 1961-2011 (moyenne annuelle par tranche décennale)



Sources : FAOStat et base GlobAgri-Pluriagri

Parallèlement, on assiste à une diminution de la part des oléo-protéagineux et à l'augmentation de celles des plantes sucrières et des fruits et légumes. La baisse de la part des oléo-protéagineux, qui pourrait surprendre au regard des enjeux auxquels fait face la région en matière d'alimentation animale, est à relier à leur disponibilité croissante sur le marché international, tandis que la hausse de la part des plantes sucrières résulte en partie des effets des politiques agricoles nationales qui soutiennent cette production, particulièrement au Maghreb et en Egypte (Gouell, 1994 ; IPEMED, 2014). Enfin, la croissance de la part des fruits et légumes est, elle aussi, liée aux politiques de soutien qui ont été mises en place pour favoriser ces cultures destinées pour une (grande) part à l'exportation (CIHEAM, 1998). Au-delà de la très forte croissance des surfaces concernées (multipliées par 2,3 au cours de la période, pour atteindre 10 % des surfaces cultivées en 2011), ces politiques ont notamment eu pour effet une augmentation très importante des rendements en fruits et légumes, qui dépassent les rendements européens dès les années 1980.

2.2. La croissance des productions animales suit la demande intérieure

La production animale de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient a été multipliée par 5 entre 1961 et 2011. Alors que la production végétale par habitant a stagné sur la période, la production animale par habitant a progressé de 50 %. Les progrès accomplis en productions animales sont particulièrement remarquables, notamment au Moyen-Orient.

Probablement impulsée par les changements observés dans la consommation de produits animaux (Alary *et al.*, 2005), l'évolution structurelle de la production animale de la région est nettement plus marquée que celle de la production végétale. Les parts relatives de la viande de petits ruminants et du lait dans la production animale baissent, au profit de la viande de volailles, des œufs et du poisson. Le développement substantiel de la production avicole (un tonnage multiplié par 26 pour la viande de volailles, qui représente 9,1 millions de tonnes) compense le moindre développement de la production laitière (un tonnage multiplié par 4 « seulement »), qui souffre de la dégradation de la ressource pastorale. Globalement, la croissance de la production animale en volume s'appuie ainsi essentiellement sur le développement d'une production à base d'aliments concentrés, tant pour la production avicole que pour la production laitière.

Tableau 1.4 – Tonnages produits pour les principaux produits animaux dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions en 2011 (en milliers de tonnes)

	Egypte	Maghreb	Moyen-Orient	Proche-Orient	Turquie	Ensemble
Produits laitiers	5 789	7 003	10 809	4 761	15 056	43 419
Viande volailles	888	1 197	2 807	1 115	1 627	7 633
Poisson	1 362	1 710	1 051	47	624	4 794

Sources : FAOStat et base GlobAgri-Pluriagri

L'examen des tonnages produits pour quelques grands produits animaux (tab. 1.4) fait ressortir la Turquie comme le principal producteur de produits laitiers (34 % des 43 millions de tonnes produites en 2011), suivie du Moyen-Orient et du Maghreb.

2.3. Des industries agro-alimentaires limitées à la première transformation

Après avoir été, dans les années 1960 et 1970, le plus important secteur industriel de la région, les industries agro-alimentaires ont été, dans la plupart des cas, délaissées par les pouvoirs publics au profit des industries extractives. Aujourd'hui, de nombreux indices attestent du retard de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient en matière de transformation industrielle des produits agricoles. A l'exception de la Turquie, les industries de la région sont majoritairement orientées vers la première transformation (minoterie, trituration, etc.). L'industrie de seconde transformation, destinée principalement au marché intérieur, est peu présente, grevée notamment par le faible pouvoir d'achat d'une partie des consommateurs régionaux (CIHEAM, 2010). Seule l'industrie turque représente une force économique significative, notamment grâce à l'importance de la seconde transformation développée sur la base de l'importation de produits bruts, et destinée tant au marché intérieur qu'à l'exportation.

Si ce secteur a fait l'objet, dans plusieurs pays, de politiques de mise à niveau, il reste marqué par l'atomisation des opérateurs et la faible taille des unités de production (en majorité, des micro-entreprises), ces deux éléments contraignant autant la rentabilité des unités que leurs capacités d'investissement. Par ailleurs, les quelques grandes unités de transformation existantes sont le plus souvent publiques, et ce malgré les vagues de privatisation des années 1990 et 2000. Le contrôle public important de ce secteur aboutit aujourd'hui à des situations de monopole et à des surcapacités économiquement peu efficaces. Enfin, les flux d'investissements étrangers sont particulièrement faibles, même si la dernière décennie a vu ces flux augmenter en Turquie, en Egypte et au Maghreb (IPEMED, 2011 ; CIHEAM, 2014).

Malgré ces handicaps, la transformation industrielle des produits agricoles de la région a fortement progressé.¹¹ La Turquie représente la principale force industrielle de la région, suivie de l'Egypte et du Moyen-Orient. La transformation industrielle reste cependant particulièrement faible au Maghreb et au Proche-Orient.

Les plus gros tonnages transformés concernent les plantes sucrières (40 millions de tonnes transformées par an) et les oléagineux (15 millions de tonnes). Au début de la période, les industries

¹¹ Un indice de cette progression est fourni par addition des tonnages des différents produits transformés. Même si ce calcul est à manier avec précaution, son résultat étant dominé par les plantes sucrières, il met en évidence une évolution de 12 millions de tonnes de produits agricoles transformés dans les années 1960 à 66 millions de tonnes aujourd'hui. Sur cet ensemble, la Turquie affiche 23 millions de tonnes de produits transformés en 2011, contre 21 millions en Egypte, 12 millions au Moyen-Orient, 6 millions au Maghreb et 4 millions de tonnes au Proche-Orient.

de trituration transformaient principalement des olives et des graines de coton, logiquement remplacées, au cours des années 1990, par le soja (5 millions de tonnes en 2011), le colza (1,5 million de tonnes) et le tournesol (1 million de tonnes).

2.4. Des ressources limitées et des facteurs de production peu efficaces

2.4.1. Une faible ressource en sol et une contrainte en terres cultivables déjà atteinte

La région Afrique du Nord – Moyen-Orient est marquée par des conditions physiques et climatiques contraignantes. Sur les 1 300 millions d’hectares que compte la région, seuls 35 % sont, en 2011, utilisés pour l’agriculture, soit 84 millions d’hectares de terres cultivées (terres arables et cultures permanentes) et 362 millions d’hectares de pâtures permanentes.¹² L’utilisation agricole du sol est donc dominée par les pâtures, dont les surfaces ont progressé de 27 % entre 1961 et 2011, contre + 11 % « seulement » pour les terres cultivées (tab. 1.5).

Selon le classement du *Global Agro-Ecological Zones* dit GAEZ, seuls 55 millions d’hectares sont, pour l’ensemble de la région, classés en qualité « bonne » à « moyenne », c’est-à-dire considérés comme « cultivables ». ¹³ Avec 84 millions de terres aujourd’hui cultivées, la contrainte en terres cultivables est donc atteinte et même dépassée. Le rapport entre terres « cultivables » (*i.e.* de qualité « bonne » à « moyenne ») et terres cultivées est ici particulièrement défavorable. L’Egypte, qui ne compte aucune terre de qualité « bonne » à « moyenne », a pu lever cette contrainte grâce à l’irrigation et à l’utilisation d’intrants. Dans les autres sous-régions, les terres cultivées dépassent largement les terres cultivables avec un rapport d’environ 1,8 ha cultivé pour 1 ha cultivable au Moyen-Orient, au Proche-Orient et au Maghreb. La Turquie est la sous-région la mieux lotie, avec un rapport de 1,01 ha cultivé pour 1 ha cultivable.

Tableau 1.5 – Terres « cultivables » (GAEZ)¹¹, cultivées¹⁴ et pâtures de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions, 1961-2011 (millions d’hectares, part du total et évolution)

	Terres cultivables GAEZ 1 à 4	Terres cultivées			Pâtures	
		millions d'ha 2011	% surface totale	Evolution (%) 1961-2011	millions d'ha 2011	Evolution (%) 1961-2011
Egypte	0,0	3,6	3,6 %	40%	0,0	-
Maghreb	15,6	27,9	4,4 %	22%	111,0	3%
Moyen-Orient	12,3	21,5	5,5 %	25%	227,0	45%
Proche-Orient	3,7	6,5	22,0 %	-10%	9,6	-3%
Turquie	23,3	24,6	30,0 %	-6%	14,0	28%
Ensemble ANMO	54,9	84,1	6,7 %	11%	361,6	27%

Sources : FAOStat et base GlobAgri-Pluriagri

¹² Dans la base FAOStat, les « pâtures permanentes » incluent les pâtures cultivées et à l’état naturel. Ainsi, un ensemble varié de terres est déclaré comme pâtures permanentes sans indication de leur qualité agronomique. Par exemple, près de 80 % de la superficie de l’Arabie Saoudite est déclarée en pâtures permanentes.

¹³ Le classement GAEZ des terres cultivables (version 2012) considère la qualité du contexte pédoclimatique selon un gradient allant de 1 (« très bon ») à 7 (« non adapté »), mesurée comme une fonction du rendement potentiel par rapport au rendement climatique maximum pour un panier de 49 cultures et un ensemble de 3 itinéraires techniques (la méthodologie GAEZ est présentée plus en détails dans le chapitre 3). La région ne compte pas de terres classées en 1 (qualité « très bonne »). Seules sont considérées ici les terres classées de 2 (« bonne ») à 4 (« moyenne »), soit les terres dont le rendement potentiel s’établit entre 40 et 85 % du rendement climatique maximum.

¹⁴ Terres en cultures arables et cultures permanentes.

Par ailleurs, les sols de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient constituent une ressource fragile et fragilisée. Aux processus d'érosion des sols liés à la déclivité et aux vents s'ajoute une dégradation chimique liée à des pratiques culturales intensives ou inadéquates. Dans les périmètres irrigués, le manque de drainage accroît la salinité des sols, pouvant aller jusqu'à une désertification irréversible. Plusieurs auteurs ont souligné, dès les années 1970, une dégradation importante de la qualité des sols, touchant jusqu'à 80 % des surfaces de la région, l'Égypte étant moins concernée par ce phénomène (Le Houérou, 1975 ; Abdel-Hakim, 1993 ; CIHEAM, 2010).

2.4.2. Face aux contraintes en eau, l'enjeu de l'irrigation des terres cultivées

La région Afrique du Nord – Moyen-Orient se caractérise par la grande faiblesse de ses précipitations (8 pays de la région reçoivent moins de 100 mm/an, 8 autres entre 100 et 250 mm/an), la Turquie et l'Iran recevant cependant des volumes un peu plus importants. A cette faiblesse s'ajoute une forte variabilité intra-annuelle et interannuelle des précipitations, ainsi qu'une inégale répartition de celles-ci entre les franges littorales et les arrière-pays.

Pour tenter de pallier cette contrainte pluviale, l'irrigation a été fortement développée, notamment grâce au soutien des pouvoirs publics, les projets de grandes et petites installations hydrauliques constituant souvent l'essentiel des budgets publics dédiés à l'agriculture. Ainsi, la surface équipée pour l'irrigation (qui diffère généralement de la surface réellement irriguée d'environ 30 %) est passée de 15 à 34 % des terres cultivées au cours de la période. L'Égypte, dont toutes les terres cultivées sont irriguées, et le Moyen-Orient, dont 55 % des terres cultivées sont en 2011 équipées pour l'irrigation, sont les zones les mieux équipées. L'équipement pour l'irrigation concerne 20 % des terres cultivées au Proche-Orient et en Turquie, et seulement 10 % au Maghreb. L'efficacité de l'irrigation est globalement faible, à l'exception des cultures intensives de fruits et légumes (CIHEAM, 1998), du fait d'une importante sous-exploitation des réseaux, de pertes en eau liées au mauvais entretien ou au mauvais usage des équipements et, enfin, de techniques d'irrigation, majoritairement gravitaires, par elles-mêmes coûteuses en eau.

Comme pour les sols, la contrainte de la ressource en eau renouvelable semble être atteinte dans la région, voire dépassée pour les pays de la Péninsule arabique. D'une part, la concurrence avec d'autres usages, industriels ou urbains, se fait plus intense, d'autre part, la plupart des pays de la région ont dépassé le seuil d'utilisation de 80 % de leurs ressources renouvelables en eau.

2.4.3. Une productivité du travail agricole qui progresse peu

Même si sa part dans la population active totale a fortement décliné depuis les années 1980, passant de 45 % à moins de 20 %, la population active agricole a continué de croître dans la plupart des pays de la région. En 2011, l'agriculture mobilisait 33 millions d'actifs dans la région ANMO, selon les données (certes peu fiables sur cet aspect) de la FAO. Au-delà de son caractère mécanique lié à la dynamique démographique régionale, cet accroissement de 15 % en cinquante ans du nombre d'actifs agricoles est symptomatique de la faible capacité des secteurs secondaires et tertiaires de la région à offrir des emplois aux ruraux. L'agriculture devient alors, et notamment pour les jeunes générations, une situation professionnelle subie, ce qui limite l'attrait des agriculteurs pour les innovations et la modernisation de la production agricole.

Dans ces conditions, la faible croissance de la productivité du travail agricole dans cette région n'est pas surprenante. Exprimée en kilocalories végétales produites par actif agricole et par an, la productivité du travail dans la région a presque doublé depuis les années 1980, passant de 7,8 millions de kilocalories végétales à 13 millions en 2011 selon les données de la FAO. Même si les chiffres concernant la population active agricole manquent de fiabilité, les tendances démontrent que la productivité du travail reste particulièrement limitée au Maghreb, tandis qu'elle a plus que triplé en Égypte. L'Égypte et la Turquie affichent aujourd'hui les plus hauts niveaux de productivité du travail agricole. Dans les autres sous-régions, les faibles niveaux de productivité du travail sont, comme on le sait, cause de la pauvreté d'une grande partie du monde rural et renforcent les inégalités de revenus entre ruraux et urbains.

2.5. Au total, une production agricole loin de couvrir les besoins alimentaires de la région

Ainsi, la production végétale de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient a été presque multipliée par 4 entre 1961 et 2011, passant de 120 à 451 billions de kilocalories. Cette forte progression n'est cependant pas suffisante pour suivre le rythme de croissance démographique de la région et de ses sous-régions. Le volume de production végétale par habitant a donc stagné sur l'ensemble de la période et est toujours loin de couvrir les besoins alimentaires des habitants de la région. D'un côté, la progression des rendements végétaux a été par trop limitée, sauf dans le cas de l'Égypte à partir des années 1980. De l'autre, le décalage entre la structure de la consommation en produits végétaux, dans laquelle le poids des produits sucriers et des huiles végétales est croissant, et la structure de la production locale toujours très centrée sur la production céréalière, s'est accru. Par ailleurs, la croissance des productions animales de la région, accentue la pression sur certaines productions végétales utilisées en alimentation animale, en premier lieu les céréales et les oléo-protéagineux, dont le volume produit localement évolue insuffisamment, renforçant le recours aux importations pour l'alimentation des animaux. Ces déséquilibres croissants entre production domestique et besoins sont révélateurs de l'écart entre les impacts des politiques agraires et agricoles engagées par les pays de la région et les besoins auxquels fait face la région (Allaya, 1993 ; CIHEAM, 1998). A l'exception de la Turquie, ces politiques ont insuffisamment réussi à moderniser le secteur, à intensifier la production, à surmonter les contraintes et les handicaps naturels de la région et à créer les incitations économiques suffisantes à l'évolution des pratiques agricole des producteurs.

3. Un déficit alimentaire qui accroît le besoin en importations

Entre 1961 et 2011, les besoins annuels en produits végétaux de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient ont crû de 139 à 827 billions de kilocalories (alimentation humaine et alimentation animale cumulées). Dans le même temps, la production végétale régionale est passée de 120 à 451 trillions de kilocalories, augmentation significative mais largement insuffisante pour couvrir les besoins domestiques. A ce déséquilibre quantitatif global s'ajoute un déséquilibre qualitatif, la production domestique n'ayant pas suivi l'évolution structurelle des besoins en produits végétaux et la croissance des besoins en alimentation animale.

La région Afrique du Nord – Moyen-Orient a ainsi connu une croissance importante et rapide de sa dépendance vis-à-vis des marchés internationaux notamment au cours des décennies 1960 et 1970, passant d'une calorie sur 10 à 3 calories sur 10 importées. Dans les décennies suivantes, ce rythme de croissance s'est ralenti, en raison du ralentissement de la croissance démographique et de la stabilisation quantitative des régimes alimentaires. Cette dépendance a néanmoins continué de progresser jusqu'à atteindre aujourd'hui 40 %, soit 4 calories sur 10 importées. C'est cette situation qui amène Nigatu et Motamed (2015) à insister sur le rôle central que joue et continuera à jouer dans les décennies à venir la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans le commerce international de produits agricoles et agro-alimentaires.

La dépendance alimentaire est cependant variable selon les pays et sous-régions. Dans ce contexte de dépendance généralisée, la Turquie a une position exceptionnelle : exportateur net jusqu'à la fin des années 1980, elle a certes vu sa dépendance alimentaire croître légèrement dans les décennies suivantes, mais celle-ci est toujours restée inférieure à 10 %. L'augmentation récente de la dépendance alimentaire turque est liée à l'accroissement des flux commerciaux avec l'Europe, qui concerne tant les importations que les exportations turques (CIHEAM, 2014). L'Égypte a vu sa dépendance alimentaire progresser de 10 à 40 % en deux décennies seulement (1970 et 1980), avant qu'elle se réduise à 30 % au cours des années 1990, en raison principalement de l'amélioration des rendements céréaliers. Le Maghreb et le Moyen-Orient, qui avaient tous deux une dépendance alimentaire oscillant entre 10 et 20 % pendant la décennie 1960, ont vu celle-ci progresser rapidement dans les décennies 1970 et 1980,

et atteindre les 45 %. Même si ce rythme de croissance s'est ralenti par la suite, c'est aujourd'hui une calorie sur deux qui est importée dans ces deux sous-régions. Enfin, le Proche-Orient avait, dès les années 1960, une dépendance alimentaire élevée, de l'ordre de 30 %. Bien qu'elle ait crû moins rapidement que dans les autres sous-régions, elle avoisine aujourd'hui les 50 %.

En raison de la structure de ses régimes alimentaires et de ses besoins en alimentation animale, la dépendance alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient tient principalement aux importations nettes de céréales et d'oléo-protéagineux (huiles végétales pour l'alimentation humaine et tourteaux pour l'alimentation animale).

3.1. Une forte dépendance en céréales

La région Afrique du Nord – Moyen-Orient est aujourd'hui le plus gros importateur net mondial de céréales. Le tonnage des importations nettes¹⁵ céréalières de la région a été multiplié par 15 entre 1961 et 2011.

Tableau 1.6 – Importations nettes des principales céréales dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions, en 2011 (milliers de tonnes et kilogrammes par habitant)

		Blé	Maïs	Autres céréales
Egypte	milliers tonnes	9 836	7 121	400
	<i>kg / hab</i>	123,9	89,7	5,0
Maghreb	milliers tonnes	14 448	5 932	1 383
	<i>kg / hab</i>	159,9	65,6	15,3
Moyen-Orient	milliers tonnes	10 857	6 247	7 935
	<i>kg / hab</i>	61,5	35,4	44,9
Proche-Orient	milliers tonnes	4 291	3 843	1 700
	<i>kg / hab</i>	96,1	86,0	38,1
Turquie	milliers tonnes	4 784	383	649
	<i>kg / hab</i>	65,5	5,2	8,9
Ensemble	milliers tonnes	44 217	23 527	12 067
	<i>kg / hab</i>	95,3	50,7	26,0

Sources : FAOStat et base GlobAgri-Pluriagri

Ces importations répondent aux besoins tant en alimentation humaine qu'animale. En alimentation humaine, les besoins concernent principalement le blé, dont les importations nettes sont passées de 5 à 44 millions de tonnes au cours de la période et en font la première céréale importée par la région (tab. 1.6). En alimentation animale, la croissance très importante des besoins s'est portée, en premier lieu, sur le maïs dont les importations nettes ont crû de 300 000 tonnes à 23 millions de tonnes et, en second lieu, sur les « autres céréales », dont les importations nettes ont augmenté de 900 000 à 12 millions de tonnes.

3.2. L'accroissement de la dépendance en oléo-protéagineux et en sucre

La dépendance en oléo-protéagineux de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient est liée, à la fois, aux besoins en huiles végétales pour l'alimentation humaine et en tourteaux pour l'alimentation animale. Alors que la région était, au cours des années 1960, exportatrice nette de tourteaux d'oléo-protéagineux, elle est devenue importatrice nette au cours des années 1970 pour faire face au développement de son élevage intensif.

¹⁵ Importations nettes : importations moins exportations.

Le développement de ce type d'élevage a été un puissant facteur d'évolution de la demande en produits végétaux de la région (tab. 1.7) : les importations nettes de tourteaux sont ainsi passées, au cours de la période, de 17 000 tonnes à plus de 9 millions de tonnes. Les importations nettes d'huiles végétales et de graines oléo-protéagineuses ont suivi la même trajectoire : elles ont augmenté de 400 000 tonnes à 9 millions de tonnes pour les graines, et de 250 000 tonnes à 9 millions de tonnes pour les huiles végétales.

Tableau 1.7 – Importations nettes des principaux oléo-protéagineux dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions, en 2011 (en milliers de tonnes)

		Egypte	Maghreb	Moyen-Orient	Proche-Orient	Turquie	Ensemble
Graines	Soja	1 712	496	1 463	766	1 355	5 792
	Tournesol	55	19	97	23	906	1 100
	Colza	0	2	842	82	108	1 034
Huiles	Palme	532	202	2 011	270	584	3 600
	Soja	350	1 080	881	97	3	2 410
	Tournesol	263	134	593	198	498	1 685
	Colza	0	23	64	25	2	114
Tourteaux	Soja	988	1 826	2 693	1 071	542	7 120
	Tournesol	51	149	61	254	569	1 084
	Colza	3	81	179	56	99	418

Sources : FAOStat et base GlobAgri-Pluriagri

Avec 63 % des graines importées et 80 % des tourteaux, le soja représente la plus grande partie des importations d'oléo-protéagineux. En matière d'huiles, il est devancé par l'huile de palme qui représente 40 % des importations nettes d'huiles contre 26 % pour l'huile de soja. Loin derrière le soja et l'huile de palme, viennent ensuite le tournesol et le colza pour les importations régionales nettes de graines et le tournesol pour celles d'huiles et des tourteaux.

Enfin, après les céréales et les oléo-protéagineux, c'est pour les produits sucriers que la région ANMO affiche le plus fort taux de dépendance : 37 % à l'échelle régionale en 2011. Les importations de produits sucriers ont été multipliées par 15 au cours de la période, atteignant aujourd'hui 12 millions de tonnes.

3.3. La diversification des circuits d'approvisionnement de la région

3.3.1. La faiblesse du commerce intra-régional

Malgré de nombreuses tentatives des différents dirigeants politiques de la région, l'intégration commerciale reste très faible à l'échelle régionale. La part des importations intra-régionales dans les importations alimentaires des différentes sous-régions est restée en dessous de 7 % sur l'ensemble de la période. Au déficit alimentaire chronique des différentes sous-régions, s'ajoutent les difficultés politiques (certaines frontières sont à ce jour encore fermées) et logistiques, qui rendent plus facile le commerce avec l'Europe qu'entre les différents pays et sous-régions de la zone. En outre, les accords commerciaux intra-régionaux étant le plus souvent liés à des accords politiques, les avancées dans l'intégration commerciale régionale restent toujours fragiles. La dernière décennie laisse entrevoir une très timide augmentation de la régionalisation des échanges agro-alimentaires entre les pays du Maghreb et les pays du Golfe. Cette tendance pourrait progresser, d'autant que certains pays du Golfe (Emirats-Arabs-Unis et Qatar, notamment) développent une stratégie de mise en place de *hubs* logistiques pour l'agro-alimentaire de la région (CIHEAM, 2014).

3.3.2. Une diversification des approvisionnements : des fournisseurs historiques aux nouveaux acteurs du marché des céréales

Historiquement, la région Afrique du Nord – Moyen-Orient fournissait l'Europe en produits agricoles divers, mais la tendance s'est inversée dans les années 1960-1970 et l'Europe est devenue, avec l'Amérique du Nord (Canada et Etats-Unis), l'un de ses deux fournisseurs les plus importants.

A partir des années 1990, les importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient sont marquées par une diversification importante des fournisseurs (tab. 1.8). Tout d'abord, l'Amérique du Sud apparaît, au cours des années 1990, en fournisseur de produits relevant principalement de l'alimentation animale. Les pays de l'Ex-URSS interviennent dans la décennie 2000 avec la montée en puissance des importations de céréales (pour l'alimentation humaine comme animale).

Tableau 1.8 – Provenance des importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, 1986-2010 (en % du total annuel importé en kilocalories, moyenne annuelle par tranche quinquennale)

	Moyenne 1986-1990	Moyenne 1991-1995	Moyenne 1996-2000	Moyenne 2001-2005	Moyenne 2006-2010
Union Européenne	36,0	30,2	28,1	22,3	20,9
Canada, Etats-Unis	41,4	40,4	34,9	24,2	20,5
Brésil, Argentine	4,9	8,7	17,0	22,7	18,9
ex-URSS	0,2	1,3	2,9	10,6	19,1
Autres régions	17,5	19,4	17,1	20,2	20,7

Sources : FAOStat et base GlobAgri-Pluriagri

Cette diversification des pays fournisseurs, qui commence dans les années 1990, érode la part de marché des fournisseurs historiques au point d'amener les quatre régions du monde concernées (Europe, Amérique du Nord, Amérique du Sud et Ex-URSS) à se partager à parts équivalentes presque 80% du marché des importations agro-alimentaires de la région à la fin des années 2000.

3.4. Les exportations ¹⁶

Seuls le Moyen-Orient et la Turquie exportent de manière substantielle des produits agricoles et alimentaires. En 2011, chacune de ces deux sous-régions a exporté l'équivalent de 23 billions de kilocalories, contre seulement 9 billions de kilocalories pour l'Egypte, 8 billions pour le Maghreb et 4 billions pour le Proche-Orient. Les exportations brutes de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient sont dominées par les fruits et légumes, le Maghreb vendant en outre du poisson, l'Egypte du riz et la Turquie du blé. Le Proche-Orient s'est spécialisé dans l'exportation de fruits et légumes, produits dont les volumes ne sont pas importants en kilocalories, mais le sont en tonnages. Le Proche-Orient est ainsi le premier exportateur brut de fruits et légumes de la région avec 116 millions de tonnes exportées en 2011, suivi par la Turquie (108 millions de tonnes), le Moyen-Orient (81 millions de tonnes), le Maghreb (56 millions de tonnes) et, enfin, l'Egypte (24 millions de tonnes).

Si l'Europe reçoit 35 % des exportations en valeur de la région (CIHEAM, 2014), on assiste, au cours de la dernière décennie, à une certaine diversification géographique de ses clients, dynamique souvent liée à celle observée en matière d'importations. Ainsi, les contreparties des importations de céréales depuis la Russie et l'Ukraine concernent, par accords commerciaux, des exportations de fruits et légumes : c'est le cas du Maroc avec la Russie, de la Tunisie et de la Turquie avec l'Ukraine (CIHEAM, 2014). Parallèlement, la Turquie exporte ses céréales principalement vers l'est de l'Europe et, dans une moindre mesure, vers les pays de la rive est de la Méditerranée (CIHEAM, 2014). Les

¹⁶ Ici, les exportations sont considérées brutes, c'est-à-dire sans mise en rapport avec les importations.

pays de l'est de la Méditerranée et l'Égypte tentent de développer des relations commerciales avec les pays du Golfe, en vue de faire progresser l'intégration commerciale régionale. Les exportations égyptiennes sont ainsi destinées à 44 % aux pays du Golfe et de la Péninsule arabique, contre seulement 30 % vers l'Union Européenne (CIHEAM, 2014).

Conclusion

L'analyse de l'évolution du système agricole et alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient permet la mise à plat des évolutions des composantes de la dépendance alimentaire de la région et éclaire les mécanismes par lesquels celle-ci a considérablement augmenté au cours des cinq dernières décennies. Le déséquilibre structurel entre production agricole et consommation alimentaire s'est mécaniquement creusé du fait de l'amélioration quantitative de la diète alimentaire d'une population qui est passée de 139 à 496 millions d'habitants entre 1961 et 2012. Cette situation a été renforcée par la déformation de la structure de la demande. Au développement des quantités consommées de céréales, d'huiles végétales non traditionnelles et de produits sucriers utilisés dans l'alimentation humaine, s'ajoute l'expansion de la consommation de produits animaux, tels que la viande de volailles et les œufs qui, même si le poids des produits animaux n'augmente pas dans la ration alimentaire, s'appuie sur le développement d'élevages intensifs demandeurs de produits végétaux le plus souvent importés (maïs et tourteaux de soja). Parallèlement, la production agricole locale n'a pas suffisamment amélioré ses performances, ni suffisamment augmenté ses quantités produites pour faire face aux enjeux démographiques et nutritionnels de la région. Au-delà de la question des rendements, qui restent faibles et surtout très variables d'une année à l'autre dans les pays à faible extension des capacités d'irrigation, la combinaison des politiques publiques relatives à l'agriculture et à l'alimentation ont, d'un côté, maintenu une orientation de la production végétale ne suivant pas la déformation de la structure de la consommation en produits végétaux et, de l'autre, induit le développement d'élevages à base de matières premières largement importées au détriment du développement de systèmes céréales-élevage intégrés. En dépit d'une croissance non négligeable des volumes produits, l'insuffisante progression de la production agricole marque l'échec de certaines politiques agricoles qu'accroissent les difficultés d'accès aux ressources comme le sol ou l'eau. Les réserves de terres cultivables sont en effet dans l'ensemble largement entamées et leur qualité se dégrade continuellement. La rareté de l'eau s'accroît du fait de l'accroissement de la concurrence entre l'agriculture et les autres activités humaines. S'y ajoute la nouvelle problématique énergétique, devenue essentielle en agriculture, tant pour la production locale – énergie pour la production, énergie pour répondre aux besoins en eau – que pour le commerce international – le renchérissement des coûts de transports à l'échelle mondiale pourrait impliquer une relocalisation des productions, ou une baisse des volumes disponibles sur les marchés internationaux.

Les marges de manœuvre pour réduire la dépendance alimentaire de la région, principalement en matière de céréales et d'oléo-protéagineux, sont limitées, en particulier du côté de la demande. La population régionale continue à augmenter, même si le rythme est moins soutenu qu'auparavant, et la jeunesse de cette population laisse envisager des évolutions de la diète alimentaire accentuant encore la dépendance en céréales, oléo-protéagineux et sucres. Du côté de l'offre, la seule marge de manœuvre semble être un accroissement de la production domestique *via* une amélioration des rendements et une mobilisation plus efficace des facteurs de production, dans un contexte où l'extension des surfaces cultivées n'est pas envisageable, où les ressources en eau se raréfient et où les ressources budgétaires des Etats pour financer de grands projets d'irrigation se réduisent. La terre est devenue, depuis une décennie, un enjeu géopolitique majeur, les puissances financières de la région investissent dans des acquisitions foncières hors de leurs frontières, acquisitions qui touchent des pays de la région eux-mêmes en situation de forte dépendance. En outre, la vulnérabilité céréalière de la région est aussi une vulnérabilité géopolitique et une composante majeure de l'insécurité alimentaire de la région.

L'avenir de la région pour les prochaines décennies est également très fortement marqué par les incertitudes qui pèsent sur l'accès aux ressources et sur les conséquences locales du changement climatique, susceptibles de freiner sensiblement la progression des rendements dans la région. Si le stress hydrique et les contraintes foncières ont toujours été présents en Méditerranée, ces contraintes vont se complexifier. Le défi pour le développement agricole est d'autant plus grand que le faible niveau de productivité du travail agricole contribue largement au maintien d'une forte pauvreté rurale dans la région, et ne permet pas de rendre l'activité agricole attractive pour les jeunes générations.

Ce sont ces perspectives que nous allons dans la suite projeter à l'horizon 2050 afin d'éclairer les évolutions potentielles des différentes composantes du système et les équilibres emplois alimentaires – ressources agricoles auxquels pourraient faire face la région à un tel horizon. A ces perspectives tendanciennes (qui tiendront compte ou non des effets régionaux possibles du changement climatique), seront associées des options d'évolution qui viendront accentuer ou compenser les tendances.

Chapitre 2 – Présentation du modèle *GlobAgri-Pluriagri*

GlobAgri est un outil quantitatif initialement développé dans le cadre de la prospective Inra-Cirad dite *Agrimonde-Terra*.¹⁷

GlobAgri permet de constituer, à partir de la base de données *FAOStat* et de quelques données complémentaires¹⁸, une base de données cohérente (*i.e.* tenant compte des liens entre produits et débouchant sur des emplois-ressources équilibrés) et un modèle de bilans ressources – utilisations de produits agricoles et agro-alimentaires pour une période donnée (analyse en rétrospective) et pour une année de référence (analyse en projection et prospective). Le modèle de bilans est centré sur les utilisations de produits agricoles et agro-alimentaires en entrée et les surfaces agricoles en sortie. En d'autres termes, il simule la variation de surface agricole au niveau de chaque région et au niveau mondial, induite par une variation des utilisations d'un ou de plusieurs produits dans une ou plusieurs régions, étant donné un ensemble d'hypothèses d'évolution des autres variables du système.¹⁹ *GlobAgri* est flexible par rapport à (i) la désagrégation par produit, (ii) la désagrégation géographique, (iii) la façon de traiter les produits joints et (iv) la façon de boucler le modèle (cf. ci-après). Le choix entre les diverses options étant spécifique à chaque exercice de prospective ou étude qui utilise *GlobAgri*, l'outil quantitatif qui en résulte est différent et propre à chaque exercice. Pour différencier l'outil selon les exercices qui l'utilisent, nous suffixons l'appellation *GlobAgri* par le nom de la prospective ou de l'étude correspondante. Ici, l'outil s'appelle donc *GlobAgri-Pluriagri*. Il utilise une nomenclature de produits, une nomenclature géographique, une façon de traiter les produits joints et une façon de boucler le modèle, propres à la présente étude.

Nous présentons d'abord les nomenclatures produits et géographique retenues. Puis, le modèle de bilans est décrit ainsi que la façon dont sont traités les produits joints d'une part, et dont est bouclé le modèle d'autre part. Ce faisant, les variables d'entrée sont précisées.

1. Les nomenclatures produits et géographique de *GlobAgri-Pluriagri*

La base de données et le modèle *GlobAgri-Pluriagri* agrègent l'ensemble des produits des « *commodity balances* » (CB) de *FAOStat* en 36 produits (8 produits animaux et 28 produits végétaux). Certains de ces produits peuvent être utilisés en alimentation animale mais les CB de *FAOStat* ne couvrent pas l'ensemble des produits qui peuvent entrer dans les rations animales. Trois autres groupes de produits sont donc ajoutés, les données correspondantes étant issues de Herrero *et al.* (2013)²⁰ ou de Bouwman *et al.* (2005). Le tableau 2.1 rapporte l'ensemble des produits considérés dans *GlobAgri-Pluriagri*.²¹

Les « *commodity balances* » de la FAO sont établies pour les produits dits primaires (*i.e.* produits agricoles non ou très peu transformés) et pour certains produits plus élaborés (huiles, tourteaux,

¹⁷ Pour plus de détails sur la prospective *Agrimonde-Terra*, voir : <http://www.Agrimonde.org>. Pour plus de détails sur *GlobAgri*, voir Dumas et Manceron (2014), Dumas (2014) et Dumas et Guyomard (2014).

¹⁸ Notamment pour la désagrégation des quantités globales de produits consommées en alimentation animale, entre espèces et entre systèmes d'élevage pour chaque espèce, et pour la désagrégation des quantités globales de produits animaux produites entre systèmes d'élevage. Pour plus de détails, cf. Dumas (2014).

¹⁹ Comme par exemple les rendements à l'hectare, les efficacités animales, les surfaces cultivables, les conditions du commerce mondial, etc. Tous les variables et paramètres d'entrée du modèle sont décrits à la fin de ce chapitre.

²⁰ Nous tenons à remercier ici Petr Havlik et Mario Herrero qui ont accepté de mettre à la disposition de l'équipe-projet *Agrimonde-Terra* les données détaillées qui sous-tendent la publication Herrero *et al.* (2013).

²¹ Le lecteur intéressé trouvera en annexe 1 une description de ce que recouvrent ces produits.

alcools et sucres en particulier). Elles donnent, pour chaque pays, chaque produit et chaque année, le bilan ressources agricoles – utilisations alimentaires et non-alimentaires, séparées en alimentation humaine, alimentation animale, autres utilisations (semences ou biocarburants par exemple), pertes et gaspillage et quantité transformée (variable « *processing* »). La variable *processing* couvre la quantité de produit primaire transformée en produits plus élaborés (par exemple, céréales transformées en alcool ou betterave et canne transformées en sucre). Pour établir les bilans de *GlobAgri*, un travail lourd de traitement de cette variable *processing* a été réalisé pour, à partir des « *commodity balances* » de *FAOStat* établies pour les produits élaborés, réallouer la quantité transformée « *processing* » entre alimentation humaine, alimentation animale, autres utilisations, importations et exportations, en équivalent produit primaire. La procédure est décrite en détails dans Dumas et Manceron (2014). Il est à noter que la procédure n'est pas appliquée pour les produits oléagineux, les huiles et tourteaux restant des produits explicites de la nomenclature produits de *GlobAgri-Pluriagri*, tout comme les graines oléagineuses correspondantes.

Tableau 2.1. La nomenclature produits de *GlobAgri-Pluriagri*

Produits CB FAOStat			Produits autres sources	
Animaux	Végétaux			
Produits aquatiques	Coton	Olive	Herbe (pâturée et ensilée)	
Viande bovine	Fibres etc.	Huile d'olive		
Lait et produits laitiers	Fruits et légumes	Graines d'autres oléagineux	Aliments occasionnels (restes de nourriture, parcours et alimentation de bords de routes, « cut- and- carry forages and legumes »)	
Œufs	Autres produits végétaux	Tourteaux d'autres oléagineux		
Autres produits animaux	Légumineuses	Huiles d'autres oléagineux		
Viande de porc	Racines et tubercules	Fruit de palme		
Viande de volaille	Maïs	Huile de palme		
Viande de petits ruminants	Autres céréales	Tourteaux de palmiste		
	Riz	Graines de colza		
	Blé	Tourteaux de colza		
	Plantes et produits sucriers			Huile de colza
				Graines de soja
			Tourteaux de soja	
		Huile de soja		
	Graines de tournesol	Résidus de cultures		
	Tourteaux de tournesol			
		Huile de tournesol		

GlobAgri-Pluriagri agrège l'ensemble des pays des CB de *FAOStat* en 17 régions, dont les 5 sous-régions de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. La nomenclature géographique adoptée dans *GlobAgri-Pluriagri* est rapportée dans le tableau 2.2. La composition des différentes zones est décrite dans l'annexe 1.

Tableau 2.2. La nomenclature géographique de *GlobAgri-Pluriagri*

Les 17 régions de <i>GlobAgri-Pluriagri</i>			
Egypte	Brésil/Argentine	Ex- Union Soviétique	Reste Amérique
Maghreb	Canada/Etats-Unis	Afrique de l'ouest	Reste Afrique
Proche-Orient	Chine	Océanie	Reste Asie
Moyen-Orient	Inde		Reste du monde
Turquie	EU-27		

2. Le modèle de bilans de *GlobAgri-Pluriagri*

2.1. Les équations de bilans

Le modèle de bilans de *GlobAgri* est constitué d'une équation de bilan ressources-utilisations pour chaque produit et chaque région des nomenclatures produits et géographique. Ces équations de bilans s'écrivent comme suit :

$$Prod_{ijt} + Imp_{ijt} - Exp_{ijt} = AliH_{ijt} + AliA_{ijt} + Aut_{ijt} + Perte_{ijt} + VStock_{ijt}$$

où i est le produit ($i \in I$), j la région, t l'année de référence (ici 2007-2009), $Prod$ la production, Imp les importations, Exp les exportations, $AliH$ l'alimentation humaine, $AliA$ l'alimentation animale, Aut les autres utilisations, $Perte$ les pertes et $VStock$ la variation de stock.²²

Pour les produits végétaux ($v \in I$), la production est écrite comme une fonction de la surface récoltée (HA) et du rendement à l'hectare (Y) :

$$Prod_{vjt} = HA_{vjt} * Y_{vjt}$$

Pour tous les produits, l'alimentation animale est écrite comme une combinaison linéaire des quantités produites de produits animaux ($a \in I$) :

$$AliA_{ijt} = \sum_a \beta_{iajt} * Prod_{ajt}$$

où β_{iajt} est le coefficient de transformation du produit i en produit animal a dans la région j pour l'année t . Les coefficients β_{iajt} sont donc ce que l'on appelle par la suite les coefficients d'efficience des productions animales.²³ Il est à noter que *GlobAgri* suppose implicitement qu'il n'y a pas de substitutions entre ingrédients au sein des rations animales : lorsque la quantité produite d'un produit animal a augmente, les quantités consommées en alimentation animale des différents produits i entrant dans la ration augmentent proportionnellement, la structure de la ration restant constante.

Pour tous les produits, les pertes sont écrites comme une part constante des utilisations totales. Soit :

$$Perte_{ijt} = \gamma_{ijt} * (AliH_{ijt} + AliA_{ijt} + Aut_{ijt} + VStock_{ijt})$$

Dans les CB de *FAOStat*, la variable *Pertes* couvre les pertes le long de la filière correspondante entre le stade « production bord champ » et le stade « consommation porte du ménage ». Les pertes avant et pendant la récolte sont donc exclues ainsi que les gaspillages au moment de la consommation par les ménages. En outre, les pertes subies lors de la transformation du produit primaire en produit transformé sont comptabilisées par ailleurs, *via* le calcul des coefficients d'extraction/conversion. La variable *Pertes* couvre par conséquent essentiellement les pertes liées aux opérations de stockage, de transport et de distribution. Dans *GlobAgri-Pluriagri*, nous avons choisi d'écrire la variable *Pertes* comme une fonction des utilisations totales, considérant que les opérations de stockage, de transport et de distribution sont plus directement liées aux quantités utilisées qu'à la quantité produite.

²² Pour les produits non présents dans les CB de *FAOStat* (Herbe, Aliments occasionnels, Résidus de cultures), il n'y a ni échanges internationaux (Imp et Exp sont nuls), ni variations de stock et le seul débouché est l'alimentation animale (les autres postes d'utilisation sont nuls). Les besoins domestiques ($AliA$) de ces produits sont déterminés *via* le module animal. La production domestique ($Prod$) est supposée égale aux besoins domestiques.

²³ Pour chaque espèce animale, ces coefficients sont une moyenne des coefficients spécifiques des différents systèmes d'élevage considérés. Ces derniers sont ceux proposés par Herrero *et al.* (2013) ou par Bouwman *et al.* (2005). La procédure permettant de calculer ces coefficients est décrite en détails dans Dumas (2014).

Enfin, pour tous les produits i , les importations sont supposées être une part constante des utilisations domestiques :

$$Imp_{ijt} = \alpha_{ijt} * (AliH_{ijt} + AliA_{ijt} + Aut_{ijt} + Perte_{ijt})$$

où α_{ijt} est le coefficient de dépendance de la région j pour le produit i l'année t . En d'autres termes, *GlobAgri-Pluriagri* fait l'hypothèse qu'en cas de surcroît de demande sur le marché intérieur de la région j , une part constante de ce surcroît est couverte par des importations en provenance de pays tiers, l'autre partie étant couverte par un accroissement de la production intérieure (si les surfaces cultivables disponibles le permettent, comme on le verra ci-après).

Les exportations du produit i de la région j l'année t sont supposées être une part constante du marché mondial de ce produit :

$$Exp_{ijt} = \sigma_{ijt} * \left(\sum_j Imp_{ijt} \right)$$

où la somme des importations du produit i de toutes les régions j représente la taille du marché mondial et où σ_{ijt} est la part du marché mondial à l'exportation du produit i détenue par la région j l'année t .

La spécification des importations comme une part constante des utilisations domestiques, et des exportations comme une part constante du marché mondial, suppose implicitement que les échanges d'une région avec le reste du monde ne peuvent s'ajuster de manière totalement souple mais présentent un certain degré de rigidité. Ce dernier peut être lié à différents mécanismes, comme par exemple, l'évolution plutôt lente de la situation des régions en termes d'avantages comparatifs, de même que celle des infrastructures de transport et de stockage et des circuits de commercialisation internationaux. A cet égard, il est important de souligner que, pour chaque produit de chaque région, les coefficients de dépendance (α_{ijt}) et/ou les parts de marché à l'exportation (σ_{ijt}) peuvent être amenés à évoluer dans les scénarios simulés, soit par ajustement endogène lorsque la contrainte de terres cultivables est atteinte (cf. ci-après), soit par ajustement exogène comme variable d'entrée du scénario. Ces ajustements endogènes et/ou exogènes peuvent justement traduire des changements de situation en termes d'avantages comparatifs ou de coûts de transport et de stockage ou de circuit de commercialisation qui sont susceptibles d'être provoqués par des politiques commerciales, agricoles et/ou environnementales, par exemple.

Le choix de cette spécification répond au souhait d'éviter les ajustements drastiques des échanges que l'on peut observer lorsque l'on travaille avec une spécification par les échanges nets. Dans ce cas en effet, on suppose que le solde entre production et utilisations domestiques est couvert par les échanges nets, *i.e.* la différence entre exportations et importations. Les échanges nets peuvent donc augmenter ou diminuer de manière substantielle sans aucune force de rappel ; en particulier, une région fortement exportatrice nette d'un produit (solde exportations moins importations élevé et positif) peut devenir fortement importatrice nette (solde exportations moins importations élevé en valeur absolue et négatif). Un tel ajustement est rendu plus difficile avec notre spécification qui implique une certaine force de rappel vers la situation de référence mais que l'on peut contrebalancer *via* un ajustement exogène des coefficients de dépendance et/ou des parts de marché à l'exportation.

Finalement, les équations de bilans peuvent être écrites de la façon suivante :

$$\begin{aligned}
HA_{vjt} * Y_{vjt} &= \left(1 + \gamma_{vjt} - \alpha_{vjt} - \alpha_{vjt}\gamma_{vjt} + \sigma_{vjt}\alpha_{vjt} + \sigma_{vjt}\alpha_{vjt}\gamma_{vjt}\right) \\
&* \left(AliH_{vjt} + \sum_a \beta_{vajt} * Prod_{ajt} + Aut_{vjt} + VStock_{vjt}\right) \\
&+ \sigma_{v\bar{j}t} \sum_{\bar{j}} (\alpha_{v\bar{j}t} + \alpha_{v\bar{j}t}\gamma_{v\bar{j}t}) \\
&* \left(AliH_{v\bar{j}t} + \sum_a \beta_{va\bar{j}t} * Prod_{a\bar{j}t} + Aut_{v\bar{j}t} + VStock_{v\bar{j}t}\right) \\
Prod_{ajt} [1 - (1 + \gamma_{ajt} - \alpha_{ajt} - \alpha_{ajt}\gamma_{ajt} + \sigma_{ajt}\alpha_{ajt} + \sigma_{ajt}\alpha_{ajt}\gamma_{ajt}) * \beta_{aajt}] \\
&= (1 + \gamma_{ajt} - \alpha_{ajt} - \alpha_{ajt}\gamma_{ajt} + \sigma_{ajt}\alpha_{ajt} + \sigma_{ajt}\alpha_{ajt}\gamma_{ajt}) \\
&* \left(AliH_a + \sum_{\bar{a}} \beta_{a\bar{a}jt} * Prod_{\bar{a}jt} + Aut_{ajt} + VStock_{ajt}\right) \\
&+ \sigma_{a\bar{j}t} \sum_{\bar{j}} (\alpha_{a\bar{j}t} + \alpha_{a\bar{j}t}\gamma_{a\bar{j}t}) \\
&* \left(AliH_{a\bar{j}t} + \sum_{\bar{a}} \beta_{a\bar{a}\bar{j}t} * Prod_{\bar{a}\bar{j}t} + Aut_{a\bar{j}t} + VStock_{a\bar{j}t}\right)
\end{aligned}$$

où \bar{j} correspond à l'ensemble des régions excepté la région j et \bar{a} à l'ensemble des produits animaux sauf le produit animal a . Les équations de bilans ci-dessus montrent que, pour les produits végétaux v de même que pour les produits animaux a , tous les bilans peuvent s'écrire comme une fonction de l'utilisation pour l'alimentation humaine $AliH$ et des autres utilisations Aut (la variable $VStock$ étant, quant à elle, supposée fixe). $AliH$ et Aut sont par conséquent les variables exogènes du modèle. La résolution du modèle conduit à un vecteur de surfaces HA (surfaces récoltées des cultures arables et permanentes et surfaces en pâture) et un vecteur de production de produits animaux $Prod_a$. Ces surfaces et ces productions animales sont donc les variables endogènes du modèle.

Les équations ci-dessus montrent clairement que, dans une même région, les bilans par produits sont liés entre eux *via* l'alimentation animale. Soulignons également que, quel que soit le produit CB, le bilan de chaque région dépend des utilisations pour l'alimentation humaine et des autres utilisations de l'ensemble des autres régions, *via* les échanges internationaux.

2.2. La prise en compte des produits joints

Dans la nomenclature des produits de *GlobAgri-Pluriagri* (tab. 2.1), certains produits sont liés au stade de la production. C'est le cas de « *Viande bovine* » et « *Lait et produits laitiers* » d'une part, et de tous les oléagineux d'autre part, pour lesquels la graine triturée donne deux produits liés : « *Huiles* » et « *Tourteaux* ». Dans ce cas, les équations de bilans ci-dessus fonctionnent pour l'un des produits choisi comme référence mais pas pour l'autre (que nous appelons par la suite produit associé). Pour ce dernier, elles doivent être modifiées.

Pour *GlobAgri-Pluriagri*, nous avons choisi le « *Lait et les produits laitiers* » et les « *Tourteaux* » d'oléagineux comme produits de référence. Les équations de bilans de la « *Viande bovine* » et des « *Huiles* » d'oléagineux ont par conséquent été ajustées. De manière très simple, dans le cas de produits associés, la production, qui constitue le membre de gauche des équations de bilans, ne peut plus être déterminée de façon endogène comme une fonction des utilisations (humaine et autres) puisque cette production dépend directement de la production du produit de référence correspondant. Pour tenir compte de ce lien entre produit de référence et produit associé, *GlobAgri-Pluriagri* « inverse » les bilans des produits associés. Plus précisément, pour les produits associés,

c'est la production (*Prod*) qui devient exogène tandis que l'une des utilisations (le plus souvent, l'alimentation humaine) devient endogène.

Cette façon de traiter les produits joints présente l'avantage de conserver la jointure de production entre le produit de référence et le produit associé. Elle implique en revanche qu'il n'est pas possible, en cas de simulation de changements de régime alimentaire dans une région, d'appliquer des chocs exogènes sur les utilisations alimentaires des produits associés puisque ces dernières sont endogènes. En d'autres termes, dans les simulations de changements de régime alimentaire dans les sous-régions de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient réalisées pour cette étude, nous ne pouvons pas appliquer de chocs exogènes sur les consommations humaines de viande bovine et d'huiles oléagineuses. Nous vérifierons donc *ex-post* que les ajustements endogènes de ces consommations humaines ne conduisent pas à un écart trop grand entre le régime alimentaire finalement obtenu (*i.e.* intégrant les ajustements endogènes des consommations de viande bovine et d'huiles oléagineuses) par rapport à celui que l'on souhaitait initialement simuler (*i.e.* intégrant les chocs exogènes à appliquer sur les consommations humaines de tous les produits, y compris la viande bovine et les huiles oléagineuses).

2.3. Le bouclage du modèle

Les équations de bilans présentées plus haut n'assurent pas que les échanges internationaux de chaque produit sont équilibrés. En outre, ces équations de bilans doivent être complétées dans chaque région par une contrainte empêchant les surfaces récoltées et en pâture de s'étendre au-delà des surfaces disponibles pour l'agriculture.

Pour boucler le modèle, nous ajoutons par conséquent deux conditions :

- une équation d'équilibre des échanges mondiaux pour chaque produit i

$$\sum_j Imp_{ijt} = \sum_j Exp_{ijt}$$

- une équation de contrainte de surface pour chaque région j

$$\sum_v Surf_{vjt} \leq \overline{Surf}_{jt}$$

La contrainte de surface peut être définie pour différents ensembles de produits v , aussi les variables $Surf$ et \overline{Surf} n'ont-elles pas toujours la même signification. Deux cas principaux sont possibles : soit la contrainte est définie sur les seules surfaces cultivées en cultures arables et permanentes (dans ce cas, v est l'ensemble des produits végétaux considérés dans *GlobAgri-Pluriagri*, excepté le produit « Herbe »), soit elle est définie sur la somme des surfaces cultivées et de la surface en pâture (auquel cas v est l'ensemble des produits végétaux de *GlobAgri-Pluriagri*).

Dans le premier cas, $Surf_{vjt}$ est la surface cultivée en produit v dans la région j pendant l'année t et \overline{Surf}_{jt} est la surface cultivable dans la région j pour l'année t .

Dans le second cas, $Surf_{vjt}$ est la surface cultivée ou en pâture selon la nature de v , tandis que \overline{Surf}_{jt} est la surface totale potentiellement disponible pour l'agriculture. Les deux options correspondent à des hypothèses différentes quant aux possibilités de changement d'usage de la terre entre culture et pâture. Dans le premier cas, la surface en cultures est bornée supérieurement tandis que la surface en pâture s'ajuste librement, ce qui signifie que la surface cultivée ne peut pas s'étendre au-delà de la surface cultivable sur la surface en pâture. En revanche, rien n'empêche la surface en pâture de s'étendre sur la surface cultivable. Dans le second cas, c'est la surface agricole totale qui est bornée et les surfaces cultivée et en pâture sont en concurrence sur cette surface totale.

Pour terminer, précisons que, lorsque v correspond au produit « *Herbe* » de la nomenclature produits *GlobAgri-Pluriagri*, la variable *Surf* qui apparaît dans la contrainte de surface, est la même que la variable *HA* qui apparaît dans les équations de bilans. En revanche, pour les cultures, la surface cultivée *Surf* de la contrainte de surface est différente de la surface récoltée *HA* des équations de bilans. Il existe par conséquent une identité de passage entre la somme des surfaces récoltées des équations de bilans et la somme des surfaces cultivées de la contrainte de surface. Ainsi, dans le cas où la contrainte de surface est définie sur les surfaces cultivées, on a :

$$\sum_{vh} Surf_{vhjt} = e_{jt} * \left(\sum_{vh} HA_{vhjt} \right) \leq \overline{Surf}_{jt}$$

où vh est l'ensemble des produits végétaux de la nomenclature produits *GlobAgri-Pluriagri*, excepté le produit « *Herbe* » et e_{jt} , un coefficient calculé à partir des surfaces cultivées en cultures arables et permanentes par région j fournies par la FAO. Dans une région, en écartant les erreurs et imprécisions statistiques, l'écart entre surface récoltée et surface cultivée peut provenir de trois facteurs principaux : l'intensité culturale (*i.e.* la possibilité de faire plusieurs récoltes au cours d'une même année t) qui joue dans le sens d'un accroissement de la surface récoltée relativement à la surface cultivée ; l'existence de certains fourrages annuels non pris en compte dans la nomenclature produits de *GlobAgri-Pluriagri* mais dont les surfaces sont intégrées dans les surfaces cultivées en cultures arables et permanentes fournies par la FAO ²⁴ ; et, la mise en jachère. Les deux derniers facteurs jouent dans le sens d'un accroissement de la surface cultivée relativement à la surface récoltée. Notre coefficient e_{jt} représente donc une synthèse de ces trois facteurs : s'il est inférieur à 1, c'est l'effet "récoltes multiples" qui domine (la surface récoltée est supérieure à la surface cultivée) ; s'il est supérieur à 1, c'est l'effet fourrages annuels et jachère qui domine.

2.4. La résolution du modèle

2.4.1. Les règles de résolution du modèle

Dans la situation initiale de référence (moyenne des années 2007-2009), tous les bilans sont équilibrés, de même que les marchés mondiaux. Les différentes régions n'ont pas encore atteint ou atteignent juste leur contrainte de surface.

Commençons par un exemple simple. Supposons que la région j enregistre un choc positif de demande alimentaire pour le produit i . Le bilan du produit i dans la région j s'ajuste : une partie du surcroît de consommation intérieure est couverte par un accroissement de la production domestique, l'autre partie par des importations (la taille du marché mondial augmente, les exportations de toutes les régions s'ajustent à la hausse). Sous l'hypothèse (ici imposée pour des raisons de simplicité) de stabilité des rendements végétaux, la surface récoltée de i augmente dans la région j . Sous l'hypothèse (imposée également pour des raisons de simplicité) de stabilité du coefficient de passage entre surface récoltée et surface cultivée, la surface cultivée de i augmente également dans la région j . On observe des ajustements similaires dans les bilans des produits qui interagissent avec le produit i . Au total, la somme des surfaces cultivées, et éventuellement la surface en pâture, augmentent dans la région j .

²⁴ Les fourrages annuels sont peu présents dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient (Monfreda *et al.*, 2008), contrairement au cas d'autres régions comme l'Union Européenne en particulier. Aussi ce deuxième facteur a-t-il probablement un rôle mineur dans l'écart observé entre somme des surfaces récoltées et somme des surfaces cultivées pour la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions.

A partir de là, deux cas peuvent se présenter :

- la contrainte de surface de j n'est toujours pas saturée et le nouvel équilibre est alors celui décrit ci-dessus ;
- la contrainte de surface de j est dépassée. Dans ce cas, la région j doit trouver un moyen pour utiliser moins de surface domestique tout en couvrant son surcroît de besoins alimentaires. Il existe plusieurs façons de parvenir à ce résultat. Dans *GlobAgri*, l'ajustement se fait, *via* les échanges internationaux, en réduisant la part de la production nationale exportée (pour accroître les disponibilités sur le marché intérieur) et en accroissant la part de la consommation nationale importée.

Dans *GlobAgri*, lorsqu'une région j sature sa contrainte de surface, le modèle est résolu en deux étapes :

- une réduction équiproportionnelle est appliquée aux parts de marché mondial à l'export de tous les produits i (σ_{ijt}) détenues par la région j ;
- si la contrainte de surface est telle que, même lorsque les exportations de tous les produits ont été mises à zéro, cette contrainte reste encore saturée, alors une augmentation équiproportionnelle est appliquée aux coefficients de dépendance à l'import de tous les produits i (α_{ijt}) de la région j .

Dans le nouvel équilibre, les parts de marché mondial à l'export et les coefficients de dépendance à l'import de la ou des régions qui saturent leur contrainte de surface ont donc évolué de manière endogène par rapport à leur niveau initial.

2.4.2. Les implications et les limites des règles de résolution du modèle

Cette façon de résoudre le modèle est rigide car elle impose que les ajustements des échanges de chaque zone se fassent à structure de parts de marchés à l'export et à structure de coefficients de dépendance à l'import constantes.

Raisonnons dans un cadre très simple pour bien saisir les implications et les limites de ces règles de résolution du modèle. Imaginons, par exemple, une zone j qui échange 2 produits avec l'extérieur. Cette zone j produit une faible quantité de produit 1 (10 millions de tonnes), exporte peu (1 million de tonnes) et est un petit exportateur sur le marché mondial du produit 1 (sa part de marché mondial σ_{1jt} s'établit à 1 %), elle importe en outre la majeure partie de ses besoins domestiques de produit 1 (91 millions de tonnes sur un besoin domestique total de 100 millions de tonnes, soit un coefficient de dépendance α_{1jt} de 91 %) ; cette même zone j est en revanche un gros producteur et un gros exportateur de produit 2 (sur les 100 millions de tonnes produites localement, 50 sont exportées, ce qui représente une part du marché mondial du produit 2, σ_{2jt} , de 30 %) et importe très peu de produit 2 (1 million de tonnes sur un besoin domestique total de 51 millions de tonnes, soit un coefficient de dépendance α_{2jt} d'environ 2 %). On peut déduire de cette situation initiale que la zone j est compétitive pour le produit 2, qu'elle produit et exporte en abondance, mais peu compétitive pour le produit 1 qu'elle produit peu et importe dans une large mesure. Supposons à présent que les besoins en produits 1 et 2 de la région j s'accroissent, ce qui conduit la zone j à saturer sa contrainte de surface.

Dans ce cas, les règles de résolution du modèle impliquent que l'on va d'abord chercher à réduire équiproportionnellement les parts des marchés mondiaux à l'export de j ($\sigma_{1jt} = 1\%$ et $\sigma_{2jt} = 30\%$) ce qui permettra à cette zone de relâcher sa contrainte de surface. Si une solution est trouvée, - 50 % par exemple, cela signifie que la part du marché mondial du produit 1 de la zone j se réduit à 0,5 % tandis que celle du produit 2 passe à 15 %. Ainsi, la structure des parts des marchés mondiaux à l'export détenues par j reste la même alors que l'on peut imaginer qu'en présence de mécanismes de prix, les ajustements de ceux-ci auraient conduit à des réductions différenciées, non proportionnelles, de ces parts de marché.

Envisageons à présent le cas où la réduction de 100 % des parts de marchés mondiaux à l'export de j (i.e. $\sigma_{1jt} = \sigma_{2jt} = 0$) ne permette pas à cette zone de relâcher sa contrainte de surface. Les règles de résolution du modèle impliquent alors que l'on recherche l'augmentation équi-proportionnelle de ses coefficients de dépendance à l'import des produits 1 et 2 aboutissant à ce relâchement de la contrainte de surface. Supposons que la solution qui émerge induise un accroissement de 10 % des coefficients de dépendance de la région j : α_{1jt} passe de 91 % à 100% et α_{2jt} de 2 % à 2,2 %. Là encore, on peut imaginer qu'en présence de mécanismes de prix, les ajustements de ces derniers auraient conduit à accroître de manière différenciée les coefficients de dépendance à l'import des produits 1 et 2.

Cette rigidité dans la façon de résoudre le modèle a néanmoins deux avantages. Tout d'abord, en l'absence de mécanismes de prix qui révèlent les avantages comparatifs des différentes zones et arbitrent entre ces avantages comparatifs suite à un choc exogène dans une ou plusieurs zones, nos règles de résolution du modèle reviennent à raisonner à avantages comparatifs relatifs constants des différentes zones. En d'autres termes, les mécanismes de prix sont absents de notre modèle mais les règles de résolution du modèle « imitent » une partie au moins de leur rôle. En second lieu, ces règles de résolution rigides du modèle limitent le nombre de solutions possibles. En effet, lorsque l'on est amené à assouplir ces règles, les solutions possibles consécutivement à un choc exogène se multiplient et l'on se retrouve à devoir choisir entre une multitude de solutions.

L'exemple précédent permet d'illustrer facilement les cas où nos règles de résolution du modèle sont trop rigides et doivent être assouplies. Reprenons la situation dans laquelle, suite à l'accroissement des besoins domestiques en produits 1 et 2 de la zone j , les parts de marché à l'export, et par suite les exportations des deux produits, de cette zone ont été mises à zéro. Partant de là, il existe de nombreux cas où aucune augmentation équi-proportionnelle des coefficients de dépendance à l'import des deux produits de la zone j ne lui permette de relâcher sa contrainte de surface. En effet, le coefficient de dépendance à l'import du produit 1 ne peut augmenter au maximum que de 10 % (α_{1jt} passe alors de 91 % à 100 %) tandis que le coefficient de dépendance à l'import du produit 2 (α_{2jt}) peut être multiplié par 50 pour passer de 2 % à 100 %, soit un accroissement de 4900 %. Or, à rendements à l'hectare comparables entre les produits 1 et 2, la surface occupée par la production de produit 2 dans la zone j (100 millions de tonnes) est nettement supérieure à celle mobilisée par la production de produit 1 (10 millions de tonnes), ce qui signifie que le relâchement de la contrainte de surface de j pourrait nécessiter une augmentation supérieure à 10 % du coefficient de dépendance à l'import du produit 2. Or notre règle d'accroissement équi-proportionnel des coefficients de dépendance à l'import des deux produits de la zone j empêche d'augmenter celui du produit 2 de plus de 10 %.

Dans de tels cas, nous avons assoupli la règle de résolution relative aux coefficients de dépendance à l'import. Concrètement, nous mettons en place des « bandes » de valeurs de coefficients de dépendance à l'import (par exemple, $\alpha_{ijt} \leq 10\%$; $10\% < \alpha_{ijt} \leq 40\%$; $\alpha_{ijt} > 40\%$) et nous permettons au modèle de déterminer un taux d'augmentation équi-proportionnelle des coefficients de dépendance à l'import par « bande ». Ainsi, par exemple, les produits dont le coefficient de dépendance à l'import est initialement inférieur à 10 %, peuvent enregistrer un taux d'accroissement de leur coefficient de dépendance différent de celui appliqué aux produits dont le coefficient de dépendance est initialement supérieur à 40 %. De cette façon, nous introduisons plus de flexibilité dans la résolution du modèle. Ce faisant, nous sélectionnons implicitement une solution parmi un ensemble de solutions possibles. Pour s'assurer de la stabilité de nos résultats de simulations, nous procédons par conséquent *ex post* à une série de simulations en faisant varier les bornes retenues des bandes des coefficients de dépendance à l'import des zones d'intérêt de l'étude.

2.4.3. Les règles de résolution retenues pour *GlobAgri-Pluriagri*

Pour *GlobAgri-Pluriagri*, la règle de résolution générale décrite plus haut s'applique à toutes les régions excepté les 5 sous-régions de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. Le groupe d'experts a en effet jugé que, dans ces sous-régions, une partie importante des exportations est constituée de produits dédiés à l'exportation (les fruits et légumes au Maghreb, par exemple) et qu'il est peu probable qu'en cas de saturation de la contrainte de surface, ces sous-régions commencent par réduire leurs exportations. Ainsi, les parts de marché à l'exportation de ces sous-régions sont constantes, et seuls les coefficients de dépendance s'ajustent de manière endogène lorsque la contrainte de surface est saturée.

En second lieu, nous introduisons de la flexibilité dans la résolution du modèle en permettant la détermination de taux d'augmentation des coefficients de dépendance à l'import différenciés par « bandes » de coefficients de dépendance retenues. Après analyse *ex post*, les « bandes » de coefficients de dépendance retenues pour la région et ses 5 sous-régions sont :

$$\alpha_{ijt} \leq 10 \% ; 10 \% < \alpha_{ijt} \leq 40 \% ; 40 \% < \alpha_{ijt} \leq 60 \% ; \alpha_{ijt} > 60 \%$$

2.5. Les variables et paramètres d'entrée du modèle

Récapitulons, pour finir, les variables et paramètres d'entrée du modèle. Ceux-ci sont les éléments-clés pour lesquels devront être élaborées les hypothèses conduisant tant aux scénarios de référence qu'à l'analyse de sensibilité. Il y aura donc lieu de préciser les règles de construction de ces hypothèses, ce qui revient à décrire les valeurs d'entrée de ces variables et paramètres dans ces scénarios.

Le tableau 2.3 distingue les variables des paramètres d'entrée du modèle. Les variables d'entrée sont les variables exogènes du modèle : c'est sur ces variables que l'on applique des variations (ou chocs) lorsque l'on simule des scénarios. Les variables de sortie sont les variables endogènes du modèle : ce sont les variables calculées par le modèle. Les valeurs finales de ces dernières dépendent bien sûr des variations imprimées aux variables exogènes, mais aussi des paramètres du modèle.

Les scénarios simulés peuvent comporter des hypothèses susceptibles de faire évoluer certains de ces paramètres. Les paramètres d'entrée du modèle sont par conséquent des paramètres du modèle sur lesquels on peut appliquer des chocs comme partie intégrante du scénario simulé.

Dans le tableau 2.3, la colonne de droite rapporte, pour chaque variable et paramètre d'entrée du modèle de la colonne de gauche, quelques exemples d'hypothèses constitutives de scénarios qui conduisent à imprimer des chocs sur cette variable ou ce paramètre d'entrée.

Tableau 2.3. Les variables et paramètres d'entrée du modèle *GlobAgri-Pluriagri*

	Définition	Exemples d'hypothèses constitutives de scénarios
Variabiles d'entrée		
$AliH_{ij}$	Consommation humaine de produit i dans la région j	Evolution démographique dans la région j Changement de régime alimentaire dans la région j
Aut_{ij}	Autres utilisations du produit i dans la région j	Evolution de la production de produits non-alimentaires (biocarburants ou plastiques par exemple) à partir de la biomasse agricole dans la région j
\overline{Surf}_j	Surface cultivable (cultures arables et permanentes) ou surface agricole disponible dans la région j (surface cultivable et surface en pâture)	Déforestation ou reforestation dans la région j Dégradation ou réparation des sols, région j Expansion de l'irrigation dans la région j Changement climatique dans la région j
Y_{vj}	Rendement à l'hectare du produit végétal v dans la région j	Progrès technique et/ou changement de système de culture, région j Elargissement ou rétrécissement des périmètres d'irrigation, changement de l'efficacité des systèmes d'irrigation, région j Changement climatique dans la région j
Paramètres d'entrée		
β_{vaj}	Coefficient de transformation du produit végétal v en produit animal a , région j	Progrès technique et/ou changement de système d'élevage conduisant à modifier les efficacités animales, région j
γ_{ij}	Coefficient de perte de produit i dans la région j	Réduction des pertes dans la région j
e_j	Coefficient de passage entre la somme des surfaces récoltées et la surface cultivée, région j	Accroissement/réduction de l'intensité culturale dans la région j Accroissement/réduction de la mise en jachère, région j
α_{ij}^*	Coefficient de dépendance aux importations en produit i de la région j	Politique commerciale de la région j
σ_{ij}^*	Part du marché mondial de la région j pour le produit i	Politique commerciale de la région j Gain de compétitivité de la région j par rapport aux régions concurrentes

* Ces paramètres sont également des paramètres de sortie du modèle puisqu'ils sont endogènes de par la méthode de résolution du modèle (via la contrainte de surface).

Chapitre 3 – Scénarios de référence : projections de tendance (Tendanciel ou Référence 1) et projections de tendance avec accentuation des impacts du changement climatique (Tendanciel avec accentuation CC ou Référence 2)

L'analyse rétrospective (cf. chapitre 1) a mis en évidence les principaux facteurs de croissance de la dépendance alimentaire qu'a connue la région Afrique du Nord – Moyen-Orient entre 1961 et 2011 : l'explosion démographique associée à l'évolution des régimes alimentaires entraînant le développement des besoins en alimentation végétale et animale, ainsi que la croissance de la production agricole, insuffisante pour couvrir les besoins, liée en particulier à des problèmes de rendements, de disponibilité en terres cultivables et d'accès à l'eau pour l'irrigation.

Les scénarios de référence, dont nous détaillons les hypothèses et présentons les résultats de simulation dans ce chapitre, consistent à projeter le système agricole et alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient à l'horizon 2050 en poursuivant les tendances d'évolution observées par le passé (le plus souvent, au cours des 20 dernières années).

Nous envisageons deux scénarios de référence qui diffèrent par les hypothèses posées sur l'évolution des rendements végétaux et l'évolution des surfaces cultivables dans les 5 sous-régions de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. Il a en effet semblé nécessaire au groupe d'experts de poser une hypothèse alternative sur ces deux variables pour tenir compte de l'incertitude quant à l'évolution du climat et donc des conditions de production agricole dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient à l'horizon 2050. Les analyses du GIEC indiquent en effet que la région (en particulier sa sous-région Maghreb) devrait être particulièrement touchée par le changement climatique (Hare *et al.*, 2011 ; Niang *et al.*, 2014) et est donc particulièrement sensible aux hypothèses que l'on adopte quant à l'évolution du climat.

Dans le premier scénario de référence (« Tendanciel » ou « Référence 1 »), on considère que les tendances passées se poursuivent, ce qui revient à supposer que le changement climatique évoluera au même rythme que par le passé (*i.e.* au cours des 20 dernières années). Les effets de ce changement climatique sur les conditions de production agricole dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient ayant été faiblement ressentis durant ces deux dernières décennies, ce premier scénario de référence correspond par conséquent à une hypothèse de changement climatique très modéré.

Dans un second scénario de référence (« Tendanciel avec accentuation du changement climatique » ou « Référence 2 »), on fait l'hypothèse que le changement climatique s'accélère par rapport aux décennies précédentes et que ses effets sur les conditions de production agricole dans la région sont plus marqués. Ce second scénario de référence correspond donc à une hypothèse de changement climatique soutenu.

1. Les hypothèses communes aux deux scénarios de référence

Nous détaillons tout d'abord les hypothèses adoptées pour notre région d'étude. Dans ce cas, la règle générale qui a présidé à la construction des hypothèses communes aux deux scénarios de référence est le prolongement à l'horizon 2050 des tendances observées par le passé et telles qu'elles ressortent de l'analyse rétrospective (le plus souvent, les tendances des 20 dernières années). Ce principe a été maintenu tant que le résultat de la projection tendancielle des variables et paramètres d'entrée du modèle était considéré comme restant dans des limites « raisonnables » par le groupe d'experts. Dans le cas contraire, les évolutions ont été « lissées » ou « encadrées » selon les recommandations des experts.

Les hypothèses pour les autres régions du monde sont décrites à la fin de cette section. Elles sont en partie fondées sur des projections largement connues et utilisées par d'autres études : les projections menées pour la FAO par Alexandratos et Bruinsma (2012). Ce choix permet de concentrer l'analyse sur la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses 5 sous-régions.

1.1. La population en Afrique du Nord – Moyen-Orient : une croissance possible de +50 % d'ici 2050

L'hypothèse choisie, pour la construction des scénarios de référence, est la projection médiane de l'ONU issue des *Perspectives de la population mondiale : révision de 2012* (UNO, 2013), projection la plus plausible selon les experts de l'ONU, compte tenu notamment de l'évolution actuelle des taux de fécondité. Le choix de la projection médiane de l'ONU, souvent retenue dans les travaux menés à l'échelle mondiale, permet des comparaisons ultérieures avec les autres projections et prospectives, notamment celles de la FAO, qui utilisent les mêmes projections démographiques.

Selon ces projections ONU, la population de la région passerait de 464 millions d'habitants en 2011 à 704 millions en 2050 (tab. 3.1), soit une croissance de plus de 50 % en près de 40 ans. Cette évolution correspond cependant à un tassement de la croissance démographique par rapport aux décennies antérieures, le taux de croissance annuel ayant été de 2,2 %/an au cours des trente dernières années (1981 à 2011) contre 1,1 %/an d'ici à 2050 dans la projection médiane de l'ONU.

Tableau 3.1. Population passée et projetée pour la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions (milliers d'habitants)

	1961	1981	2001	2011	2050	Var. 2011-2050	Tdc ann. 2011-2015
Egypte	28 786	45 946	67 204	79 392	121 798	53%	1,1%
Maghreb	30 623	51 640	78 873	90 381	126 869	40%	0,9%
Moyen-Orient	40 575	77 565	138 960	176 606	286 525	62%	1,3%
Proche-Orient	10 806	19 628	34 316	44 669	74 281	66%	1,3%
Turquie	28 229	44 937	64 100	73 059	94 606	29%	0,7%
Ensemble	139 019	239 716	383 453	464 107	704 079	52%	1,1%

Compte tenu de leurs caractéristiques démographiques actuelles et prévisionnelles, le Proche-Orient et le Moyen-Orient sont les deux sous-régions présentant les croissances démographiques projetées les plus élevées (respectivement, + 66 % et + 62 % d'ici 2050), alors que la croissance démographique turque poursuit la transition démographique que ce pays a déjà amorcée avec une croissance de seulement 29 % de sa population à l'horizon de la moitié de ce siècle.

1.2. Des régimes alimentaires conservant certaines spécificités méditerranéennes

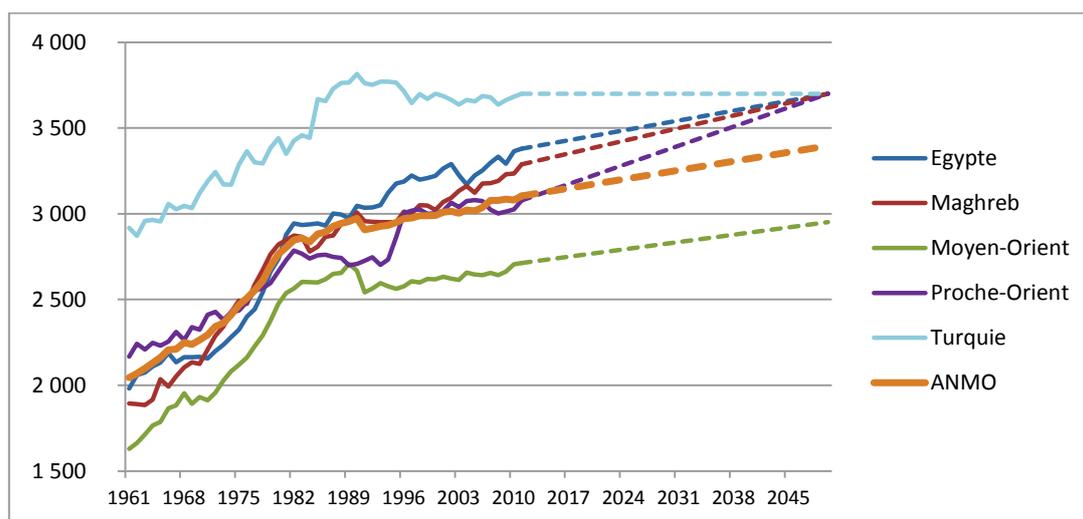
Le choix fait en matière de régimes alimentaires et d'évolution de ses différents éléments a été de composer des régimes alimentaires de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient tenant compte, d'une part, de la transition nutritionnelle observée dans la région depuis les années 1960 et, d'autre part, du maintien de certaines caractéristiques spécifiques du régime méditerranéen. Les régimes alimentaires retenus à l'horizon 2050 sont tout d'abord fondés sur la projection des tendances observées depuis les 20 dernières années. Ces projections ont néanmoins été « encadrées » afin que les régimes projetés restent réalistes, tant en niveau de consommation qu'en termes de structure, et conservent les fondamentaux de la diète méditerranéenne maintenus jusqu'ici.

Quatre règles de projection ont été adoptées pour construire les régimes alimentaires de chaque sous-région en 2050 :

1. La disponibilité alimentaire par individu (kilocalories/habitant/jour) a été déterminée en projetant la tendance passée des 20 dernières années, qui correspond à une croissance quantitative de la ration alimentaire. Elle a cependant été plafonnée à 3 700 kcal/hab/jour de façon à limiter la croissance des quantités ingérées. Le plafond de 3 700 kcal/hab/jour correspond à la disponibilité alimentaire par individu observée dans les pays ayant fini leur transition nutritionnelle, notamment les pays de l'Union Européenne.

Sous cette hypothèse, quatre des cinq sous-régions atteignent ce plafond de 3 700 kcal/hab/jour en 2050. Seul le Moyen-Orient reste en deçà de ce niveau et n'atteint que 3 000 kcal/hab/jour à l'horizon 2050 (fig. 3.1). Ce décalage du Moyen-Orient s'explique principalement par le décrochage de la disponibilité observée en Irak d'une part, et par la faible croissance de la disponibilité iranienne depuis la fin des années 80, d'autre part. Au final, compte tenu du poids démographique du Moyen-Orient dans l'ensemble régional (40 % de la population de la région en 2050), la disponibilité alimentaire moyenne de l'ensemble régional Afrique du Nord – Moyen-Orient s'établirait à 3 400 kcal/hab/jour en 2050.

Figure 3.1. Disponibilité alimentaire par individu, passée et projetée, région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions (en Kcal/hab/jour)



2. Dans la mesure où **la part des calories végétales dans la disponibilité alimentaire quotidienne** des habitants de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient est restée stable et élevée au cours des décennies passées (environ 90 % des années 1960 à aujourd'hui, avec de très légères différences entre les sous-régions), il a été convenu de conserver ce trait marquant dans les scénarios de référence. La part des produits végétaux dans le régime alimentaire de chaque sous-région est donc fixée pour 2050 à son niveau de référence 2007-2009, ce qu'illustre le tableau 3.2.

Tableau 3.2. Part des produits végétaux dans la disponibilité alimentaire à l'horizon 2050 pour la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions (valeurs en 2007-2009 = valeurs projetées en 2050)

	% de produits végétaux
Egypte	91,7
Maghreb	89,3
Moyen-Orient	89,7
Proche-Orient	86,4
Turquie	87,6
Ensemble ANMO	90,1

3. On a par ailleurs considéré **des groupes de produits agricoles et alimentaires** à l'échelle desquels l'analyse rétrospective des régimes alimentaires de la région a mis en valeur des évolutions structurelles et des constances.²⁵ La projection tendancielle se devant de suivre ces tendances, la part respective de ces groupes de produits dans la disponibilité alimentaire (végétale d'un côté, animale de l'autre) est déterminée pour 2050 d'après les projections des tendances passées (20 dernières années). Ces projections sont doublement amendées afin de limiter certaines évolutions de la composition des régimes alimentaires, jugées trop drastiques par les experts : l'amplitude de l'évolution de la part d'un groupe de produits est limitée à 5 points de pourcentage (à la hausse ou à la baisse) et aucun groupe de produits ne peut passer en dessous d'un seuil minimal. Celui-ci s'établit à 5 % pour les groupes de produits dont la part dans la disponibilité alimentaire (respectivement, végétale et animale) est initialement supérieure à ce seuil, et au niveau de la part initiale dans la disponibilité alimentaire (respectivement, végétale et animale) pour les produits dont la part initiale est déjà inférieure à 5 %. Cette seconde règle permet d'éviter qu'un groupe de produits ne disparaisse totalement de la ration alimentaire. Une fois ces règles appliquées à chaque groupe de produits, un ajustement est nécessaire de façon à ce que la somme des parts des produits végétaux / animaux soit égale à 100 % de la disponibilité totale (végétale ou animale).

Ainsi, par exemple, dans le cas de la disponibilité alimentaire du Moyen-Orient, le groupe « lait et produits laitiers » représente 31 % de la disponibilité alimentaire animale en 2012 et affiche une tendance à la baisse qui, projetée à l'horizon 2050, amènerait cette part à 21 % de la disponibilité alimentaire animale, soit une baisse de 10 points. Cette baisse est ramenée à 5 points, soit une part du groupe « lait et produits laitiers » dans la disponibilité animale de 26 % en 2050. Dans le cas de la disponibilité alimentaire au Proche-Orient, le groupe « fruits et légumes » représente 7 % de la disponibilité alimentaire végétale en 2012 et sa tendance à la baisse amènerait à 1,8 % sa part dans la disponibilité végétale projetée à 2050. La règle du seuil minimal limite la baisse de la place des « fruits et légumes » à une part de 5 % de la disponibilité végétale.

4. Enfin, **au sein des groupes de produits**, des évolutions importantes des **parts des différents produits** ont été mises en évidence lors de l'analyse rétrospective comme, par exemple, l'accroissement substantiel de la part de la viande de volaille combiné à la forte diminution de la part de la viande rouge, ou le remplacement des huiles traditionnelles par les huiles de palme et de soja. Pour refléter au mieux ces tendances dans la projection de la structure des régimes alimentaires à l'horizon 2050, on a opté pour une dernière règle de construction des régimes alimentaires qui laisse ces tendances se poursuivre librement au sein du groupe de produits correspondant : la part des

²⁵ **Groupes de produits végétaux** : Céréales ; Oléo-protéagineux ; Plantes et produits sucriers ; Fruits et légumes ; Autres produits végétaux ;

Groupes de produits animaux : Lait et produits laitiers ; Viandes ; Autres produits animaux.

différents produits au sein de chacun des 5 groupes de produits végétaux est donc déterminée par la projection des tendances passées sur les 20 dernières années. Cette même règle est appliquée au sein de chacun des 3 groupes de produits animaux, avec néanmoins un seuil minimal de 5 % en dessous duquel la part du produit dans le groupe ne peut descendre. Sans un tel seuil, la viande rouge, notamment de petits ruminants, dont la part dans la disponibilité alimentaire tend à baisser fortement entre 1992 et 2012, disparaîtrait totalement des régimes alimentaires de 2050, hypothèse délicate à retenir, compte tenu des pratiques culturelles, religieuses et agricoles de la région.

Figure 3.2. Composition de la disponibilité alimentaire végétale dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, passée et projetée (% du total végétal en kcal, par tranche décennale)

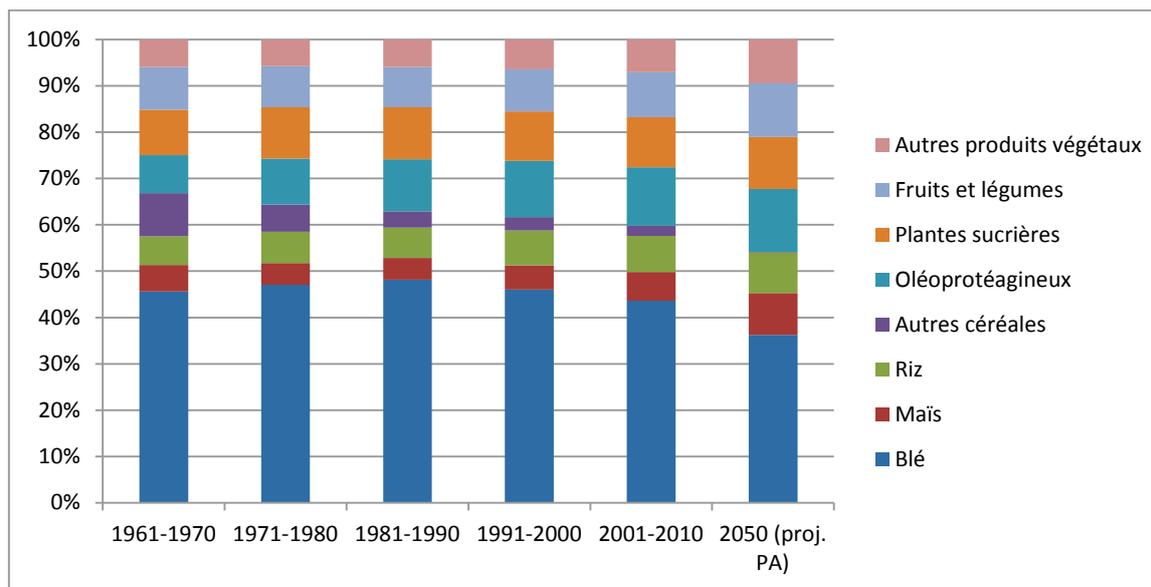


Tableau 3.3 - Disponibilité alimentaire en produits animaux dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, passée et projetée (moyenne en Kcal et part du total animal, par tranche décennale)

		Moyenne 1961-1970	Moyenne 1971-1980	Moyenne 1981-1990	Moyenne 1991-2000	Moyenne 2001-2010	2050 (proj. PA)
Lait & produits laitiers	Kcal /hab/j %	116,4 55,1	126,9 53,4	138,3 49,0	123,5 45,8	132,2 43,7	147,2 40,1
Viande de volailles	Kcal /hab/j %	8,6 4,1	16,3 6,9	30,5 10,8	36,9 13,7	55,8 18,5	125,1 34,1
Viande de petits ruminants	Kcal /hab/j %	30,0 14,2	29,1 12,3	30,3 10,7	28,1 10,4	25,8 8,5	10,2 2,8
Œufs	Kcal /hab/j %	8,2 3,9	12,8 5,4	17,3 6,1	20,4 7,6	22,2 7,4	24,5 6,7
Poissons	Kcal /hab/j %	6,2 2,9	8,6 3,6	13,1 4,7	14,8 5,4	18,5 6,1	31,3 8,5
Bœuf & autres produits anim.	Kcal /hab/j %	42,0 19,8	43,8 18,4	52,9 18,7	46,1 17,1	47,8 15,8	28,1 7,6
Total	Kcal /hab/j %	211,4 100,0	237,5 100,0	282,4 100,0	269,8 100,0	302,3 100,0	366,3 100,0

Sous ces hypothèses appliquées à chacune des 5 sous-régions, le régime alimentaire moyen des habitants de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient en 2050 se caractériserait, par rapport à aujourd'hui, par un poids fortement décroissant du blé dans la disponibilité alimentaire végétale qui

ne représenterait plus que 35 % de celle-ci, au profit d'une augmentation du poids du maïs, des oléoprotéagineux et des fruits et légumes (fig. 3.2). Du côté des produits animaux, la croissance du poids de la viande de volaille se poursuit, jusqu'à représenter plus du tiers de la disponibilité en produits animaux (tab. 3.3), au détriment de tous les autres produits animaux, à l'exception notable du poisson (dont le poids atteindrait, en 2050, 8,5 % de la disponibilité en produits animaux). Cependant, la baisse de la part du lait et des produits laitiers reste limitée, passant de 43,7 % de la disponibilité en produits animaux en moyenne 2001-2011 à 40,1 % en 2050.

1.3. Une évolution des rendements de la production animale qui combine changements des parts des différents systèmes et variations de l'efficacité animale

Les systèmes de production animale ont connu des évolutions très importantes dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient depuis les années 1960. Celles-ci ont été en partie engendrées par l'augmentation de la consommation domestique de produits animaux et se caractérisent par le développement de l'élevage intensif local et un relatif abandon de la tradition pastorale de la région. Dans les scénarios de référence, la construction de l'hypothèse d'évolution des rendements des systèmes animaux à l'horizon 2050 se décompose en, d'une part, un effet de structure des systèmes animaux (parts respectives dans la production des différents systèmes animaux considérés par espèce) et, d'autre part, un effet d'efficacité de chacun de ces systèmes (efficacité de la conversion de calories végétales en calories animales par les animaux).

1.3.1. Structure des systèmes animaux : évolution de la répartition défavorable aux systèmes dits « pastoraux » et favorables aux systèmes dits « mixtes » pour les ruminants

Comme indiqué dans le chapitre précédent, *GlobAgri* adopte la nomenclature des systèmes d'élevage proposée par Herrero *et al.* (2013), parfois agrégée au niveau de celle utilisée par Bouwman *et al.* (2005).²⁶ Dans ce qui suit, nous appelons « systèmes pastoraux » les systèmes ruminants correspondant à « *pastoral* » chez Herrero *et al.* (2013) et chez Bouwman *et al.* (2005), et « systèmes mixtes » les systèmes ruminants « *mixte culture-élevage* », « *urbain* » et « *autres* » chez Herrero *et al.* (2013) et « *mixte et hors-sol* » chez Bouwman *et al.* (2005). Les systèmes pastoraux correspondent à des systèmes plutôt extensifs (faible chargement à l'hectare) dont les rations sont constituées en majorité d'herbe ; les systèmes mixtes correspondent à des systèmes plus intensifs dont les rations sont proportionnellement moins riches en herbe et plus riches en concentrés. Par ailleurs, comme Bouwman *et al.* (2005), nous ne considérons qu'un seul système d'élevage pour les monogastriques.

L'analyse rétrospective ayant montré le développement significatif et l'importance des systèmes d'élevage intensifs dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, il a été choisi de prolonger cette tendance. Ainsi, pour les ruminants qui sont les seules espèces pour lesquelles sont distingués systèmes extensifs et systèmes plus intensifs (« systèmes mixtes »), il est fait l'hypothèse que la production de lait et de viande émanant des systèmes extensifs est maintenue constante à l'horizon

²⁶ Herrero *et al.* (2013) considèrent 4 espèces animales : les bovins, les petits ruminants, les porcs et la volaille, qui produisent 3 types de produits animaux : le lait, la viande et les œufs. L'ensemble de la production des ruminants est issue de 4 systèmes d'élevage : « *pastoral* », « *mixte culture-élevage* », « *urbain* » et « *autres* », eux-mêmes différenciés selon 3 zones agro-écologiques : aride/semi-aride, humide/subhumide et tempéré/tropical d'altitude. La production des monogastriques est, quant à elle, issue de 2 systèmes d'élevage : « *petits exploitants* » et « *industriel* » sans différenciation agro-écologique. Bouwman *et al.* (2005), quant à eux, distinguent les mêmes espèces animales produisant 2 types de produits : lait et viande (les œufs étant agrégés à la viande de volaille). Pour les ruminants, 2 systèmes d'élevage sont considérés : « *pastoral* » et « *mixte et hors-sol* », tandis qu'un seul système est à l'origine de la production des monogastriques.

2050, tandis que la production correspondante des « systèmes mixtes » s’ajuste. Cela revient, dans la plupart des cas, à accroître la part des « systèmes mixtes » au détriment de celle des systèmes extensifs dans la production de lait et de viande de ruminants de chacune des sous-régions de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient.

1.3.2. Une amélioration de l’efficacité des systèmes animaux

Les données de *GlobAgri* permettent de calculer, pour chaque région et pour l’année de référence 2007-2009, des coefficients input/output par système d’élevage au niveau de chaque produit utilisé en alimentation animale ou au niveau agrégé de l’ensemble de la ration. Dans ce dernier cas, on détermine une efficacité moyenne des systèmes animaux : kg de matière sèche ingérée/kg de produit animal produit.

Dans *GlobAgri-Pluriagri*, ce coefficient d’efficacité moyenne a été calculé pour les 2 systèmes de ruminants « pastoral » et « mixte », le système avicole et, le cas échéant, le système porcin. Puis, pour chaque système, on applique au coefficient d’efficacité initial, observé en 2007-2009, l’évolution projetée à 2030 par Bouwman *et al.* (2005), prolongée jusqu’en 2050. Les évolutions des coefficients d’efficacité pour les différentes espèces et les différents systèmes d’élevage dans les 5 sous-régions de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient sont rapportées dans les tableaux 3.4 (élevages ruminants) et 3.5 (élevages monogastriques).²⁷

Tableau 3.4 - Coefficients input/output moyens des systèmes ruminants : valeurs passées et projetées (kg matière sèche ingérée/ kg produit, eq. poids carcasse pour les viandes)

	Egypte		Maghreb		Moyen Orient		Proche Orient		Turquie	
	2007/09	2050	2007/09	2050	2007/09	2050	2007/09	2050	2007/09	2050
Systèmes pastoraux										
Viande bovine	51,65	43,53	148,95	125,55	77,63	67,15	36,90	31,92	286,47	303,51
Lait	8,88	6,97	10,85	8,51	7,75	8,70	5,11	5,74	9,58	7,21
Petits ruminants	25,13	21,18	62,32	52,53	47,85	38,03	16,69	13,26	37,67	39,91
Systèmes mixtes										
Viande bovine	19,19	16,41	24,56	21,00	43,92	33,46	9,18	6,99	57,38	49,67
Lait	3,32	2,50	4,14	3,11	4,03	3,34	1,89	1,57	2,54	1,87
Petits ruminants	15,08	12,71	33,82	28,51	34,44	26,24	9,99	7,61	29,23	25,30

Tableau 3.5 - Coefficients input/output moyens des systèmes monogastriques : valeurs passées et projetées (kg matière sèche ingérée/ kg produit)

	Egypte		Maghreb		Moyen Orient		Proche Orient		Turquie	
	2007/09	2050	2007/09	2050	2007/09	2050	2007/09	2050	2007/09	2050
Viande de volaille	3,56	2,99	2,54	2,13	3,61	2,87	3,31	2,63	3,34	2,66

Considérons la situation initiale 2007-2009 tout d’abord. Il ressort du tableau 3.4 que les coefficients d’efficacité des systèmes ruminants sont très variables d’une sous-région à l’autre : quelle que soit l’espèce et quel que soit le système, le Proche-Orient affiche des performances bien meilleures que les autres sous-régions tandis que la Turquie et, dans une moindre mesure, le Moyen-Orient enregistrent des performances plutôt médiocres (sauf pour le lait en système mixte en ce qui concerne la Turquie). Quelles que soient les espèces, ces écarts proviennent pour une large part des

²⁷ L’élevage porcin étant quasiment absent de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, seuls les coefficients de l’élevage de volaille sont rapportés dans le tableau 3.5.

différences de composition des rations et des différences de rendements par tête observées entre les 5 sous-régions de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. Le tableau 3.5 montre en revanche que les coefficients d'efficacité du système d'élevage de volaille sont beaucoup plus homogènes entre les 5 sous-régions, ce qui indique une plus forte standardisation (en termes de composition des rations et en termes de rendement par tête, notamment) dans ce type d'élevage.

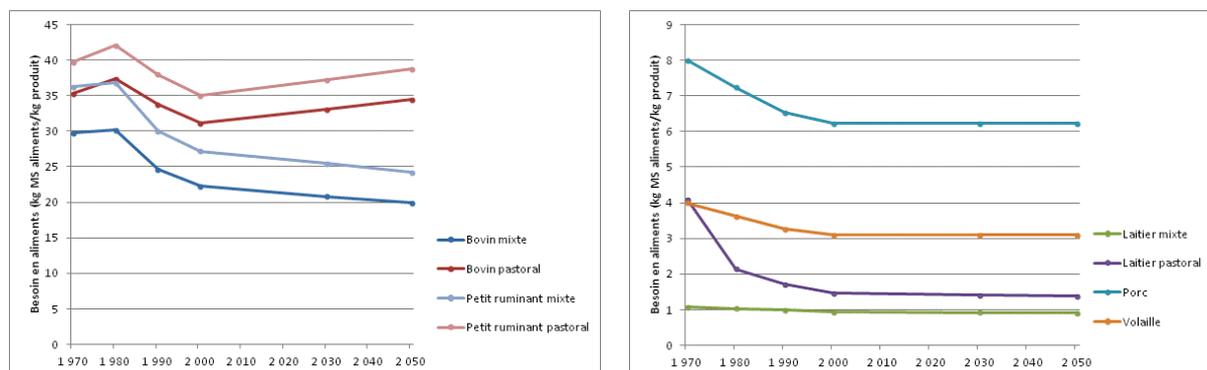
Conformément aux projections à 2030 de Bouwman *et al.* (2005), l'hypothèse retenue pour les scénarios de référence est celle :

- d'une amélioration de l'efficacité des systèmes animaux intensifs (systèmes mixtes en ruminants et système d'élevage de volaille) dans toutes les sous-régions Afrique du Nord – Moyen-Orient. Quelle que soit l'espèce, les coefficients d'efficacité diminuent dans une fourchette de 15 à 25 % entre 2007-2009 et 2050. L'amélioration est proportionnellement plus forte au Moyen-Orient et au Proche-Orient pour les viandes et dans les 3 autres sous-régions pour le lait ;
- d'une amélioration de l'efficacité des systèmes animaux extensifs (systèmes pastoraux en ruminants) dans toutes les sous-régions Afrique du Nord – Moyen-Orient, sauf pour le lait au Moyen-Orient et au Proche-Orient et la viande en Turquie. Dans les cas où les performances s'améliorent, les coefficients d'efficacité diminuent également dans une fourchette de 15 à 25 % entre 2007-2009 et 2050. Dans les cas où les performances se détériorent, les coefficients d'efficacité augmentent dans une fourchette de 6 (viandes en Turquie) à 12 % (lait au Moyen et au Proche-Orient).

Les projections des coefficients d'efficacité par espèce, système de production et région de Bouwman *et al.* (2005) résultent d'un ensemble d'hypothèses posées quant à l'évolution d'un ensemble de variables (production des divers produits animaux, effectifs animaux, taux de renouvellement des cheptels, rendements par tête, composition des rations, etc.), dont les effets sur les quantités d'ingrédients consommées par les animaux et, par suite, sur les coefficients d'efficacité des différents systèmes animaux régionaux, sont simulés à l'aide du modèle IMAGE. Les hypothèses d'évolution des différentes variables étant esquissées à très grands traits dans Bouwman *et al.* (2005), il n'est pas possible de retrouver précisément les arguments qui sous-tendent les projections des coefficients d'efficacité des 5 sous-régions de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient rapportés dans les tableaux 3.4 et 3.5 ci-dessus.

De la même façon, Bouwman *et al.* (2005) étant les seuls, à notre connaissance, à avoir analysé l'évolution des coefficients d'efficacité des systèmes animaux dans différentes régions du monde entre 1970 et 1995, puis proposé des hypothèses d'évolution de ces coefficients à l'horizon 2030, il n'est pas possible de comparer leurs projections à des projections alternatives. Il nous semble néanmoins que les projections de Bouwman *et al.* (2005) sont assez conservatrices, comme le suggère la figure 3.3 qui rapporte, à titre d'exemple, les projections à 2030 des efficacités des systèmes animaux pour les Etats-Unis. On y voit que Bouwman *et al.* (2005) font l'hypothèse d'un ralentissement de l'amélioration des efficacités animales pour toutes les espèces et tous les systèmes, par rapport à la tendance observée entre 1970 et 2000. Pour les systèmes ruminants pastoraux, l'efficacité de la transformation des calories végétales en viande est même supposée se détériorer entre 2000 et 2030. De manière très générale, Bouwman *et al.* (2005) attribuent ce profil d'évolution des efficacités animales à toutes les zones développées qu'ils considèrent. Dans les zones émergentes et en développement, un ralentissement de l'amélioration des efficacités animales est également supposé mais il est nettement moins marqué que dans les zones développées. En outre, les systèmes ruminants pastoraux, le plus souvent, enregistrent également une amélioration de leurs efficacités.

Figure 3.3 – Projection à 2030, prolongées à 2050, des coefficients d'efficacité des systèmes d'élevage aux Etats-Unis selon Bouwman *et al.* (2005) (kg matière sèche ingérée par kg de produit)



Au total, même s'il est difficile de retrouver précisément les hypothèses qui sous-tendent les projections des efficacités des systèmes animaux proposées par Bouwman *et al.* (2005), ces derniers semblent supposer un ralentissement du rythme d'intensification des systèmes et d'amélioration de leurs rendements par tête entre 2000 et 2030 par rapport à ce qui a été observé, au niveau mondial, sur la période 1970-2000.

1.4. Les coefficients de pertes, de dépendance à l'importation et de parts de marchés à l'exportation

Dans les scénarios de référence, pour la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses 5 sous-régions, la part des pertes dans les utilisations totales²⁸ est supposée constante entre 2007-2009 et 2050, tout comme les parts de marchés à l'exportation sont supposées constantes entre 2007-2009 et 2050. Enfin, on ne modifie pas de façon exogène les coefficients de dépendance à l'importation. Ces derniers s'ajustent de façon endogène pour les sous-régions qui, lors de la mise en œuvre de certains scénarios,aturent leur contrainte de surface.

1.5. L'évolution de la population active agricole

Bien que n'intervenant pas directement dans le modèle, l'évolution de la population active agricole est ici projetée à 2050 afin d'être en mesure d'appréhender l'évolution de la productivité du travail agricole à cet horizon dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, en ramenant les kilocalories produites (donnée de sortie du modèle) au nombre d'actifs agricoles de la région ou de ses sous-régions. On sait le caractère essentiel de la productivité du travail en agriculture comme enjeu de développement économique général de la région, reflétant la possibilité ou non pour les jeunes ruraux de trouver un emploi hors du secteur agricole.

En dépit de la faible fiabilité des données FAO sur ce point, ces dernières sont utilisées pour produire une projection à 2050 de la population active agricole de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et de ses 5 sous-régions, sur la base des tendances d'évolution passées. Nous avons ainsi procédé à la projection linéaire de la population active agricole d'après les données 1980-2012 de *FAOStat*. Le tableau 3.6 rapporte l'évolution observée de la population active agricole de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et de ses 5 sous-régions entre 1980 et 2010, puis le niveau de cette population active agricole projeté en 2050.

²⁸ Telles que définies au chapitre précédent.

Tableau 3.6. Population active agricole par sous-région Afrique du Nord – Moyen-Orient, passée et projetée (en milliers d’actifs et en taux de croissance annuel)

	Egypte	Maghreb	Moyen-Orient	Proche-Orient	Turquie	ANMO
1980	6 409	6 113	7 418	1 056	8 147	29 143
1985	6 817	6 239	8 198	1 170	9 283	31 707
1990	6 437	6 441	8 481	1 323	10 323	33 005
1995	6 211	7 099	8 754	1 565	9 944	33 573
2000	6 197	7 638	9 278	1 487	9 062	33 662
2005	6 361	7 827	9 960	1 563	8 593	34 304
2010	6 371	7 957	10 248	1 716	8 005	34 297
2050 (proj.)	5 644	10 930	13 783	2 553	7 171	40 082
TdC an. 1980-2010	- 0,02 %	+ 1,01 %	+ 1,27 %	+ 2,08 %	- 0,06 %	+ 0,59 %
TdC an. 2010-2050	- 0,29 %	+ 0,93 %	+ 0,86 %	+ 1,22 %	- 0,26 %	+ 0,42 %

Selon les données de la FAO, entre 1980 et 2010, la population active agricole a augmenté au rythme moyen de + 0,59 % par an dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. Cette moyenne masque des profils d’évolution différenciés des 5 sous-régions sur la même période : augmentation rapide (+ 2,08 % par an) au Proche-Orient ; augmentation sur un rythme plus limité au Moyen-Orient et au Maghreb (+ 1,27 % et + 1,01 % par an, respectivement) ; diminution lente en Turquie et en Egypte (- 0,06 % et - 0,02 % par an, respectivement).

Comme nous l’avons déjà souligné lors de l’analyse rétrospective, au-delà de son caractère mécanique lié à la dynamique démographique régionale, cet accroissement du nombre d’actifs agricoles dans 3 des sous-régions et dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble est symptomatique de la faible capacité des secteurs secondaires et tertiaires régionaux à offrir des emplois aux ruraux, l’agriculture devenant une situation professionnelle subie, ce qui limite l’attrait des agriculteurs pour les innovations et la modernisation de la production agricole.

La projection linéaire de la population active agricole, à partir des données observées 1980-2012, aboutit à des profils d’évolution de la population active agricole entre 2010 et 2050 analogues à ceux décrits ci-dessus mais à un rythme annuel plus lent dans les sous-régions à population active agricole croissante (en particulier, au Proche-Orient : + 1,22 % par an d’augmentation projetée de la population active agricole entre 2010 et 2050 contre + 2,08 % par an entre 1980 et 2010) et à un rythme annuel plus marqué dans les sous-régions à population active agricole décroissante (en particulier en Egypte : - 0,29 % par an projeté entre 2010 et 2050 contre - 0,02 % par an observé entre 1980 et 2010). La population active agricole de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble continue d’augmenter à un rythme de 0,42 % par an.

Pour terminer, il est important de souligner la fragilité de notre projection à 2050 de la population active agricole de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et de ses sous-régions. Cette projection est linéaire et repose sur des données observées, fournies par la FAO, dont la fiabilité est incertaine et qu’il est recommandé d’utiliser avec prudence.

1.6. Variables et paramètres pour les autres régions du monde

Pour la réalisation de simulations avec le modèle *GlobAgri*, les évolutions à 2050 des systèmes agricoles et alimentaires des autres régions de monde doivent, elles aussi, faire l’objet d’hypothèses. Ces dernières sont récapitulées dans le tableau 3.7.

Tableau 3.7. Hypothèses pour le reste du monde dans les scénarios de référence

Variable	Hypothèse d'évolution
Démographie	Projection médiane de l'ONU
Régimes alimentaires	Projection de la FAO (Alexandratos et Bruinsma, 2012)
Rendement des productions végétales	Projection de la FAO (Alexandratos et Bruinsma, 2012)
Systèmes animaux	Structure par système constante et efficacités animales projetées sur la base de Bouwman <i>et al.</i> (2005)
Terres cultivables	Surface GAEZ 4 Surface cultivée en 2007-2009 si cette dernière est supérieure à la surface GAEZ 4
Coefficients de pertes	Maintenus constants de 2007-2009 à 2050.
Coefficients de dépendance et de parts de marchés	Pas d'ajustement exogène : maintenus constants de 2007-2009 à 2050 Ajustements endogènes si la contrainte de terre est saturée (cf. chapitre 2)

2. Un scénario tendanciel (« Tendanciel » ou « Référence 1 »)

2.1. Hypothèses spécifiques relatives aux rendements végétaux et aux surfaces cultivables

2.1.1. Une projection à l'horizon 2050 des rendements des productions végétales, sous l'hypothèse d'un changement climatique très modéré

Dans la base de données *GlobAgri-Pluriagri*, le rendement d'un produit végétal ou d'un agrégat de produits végétaux pour une zone donnée est calculé en divisant la quantité produite (en tonnes) par la surface récoltée correspondante (en hectares). Ce rendement est donc un rendement moyen, calculé après prise en compte des pertes bord-champs. Calculé à un niveau très agrégé, le rendement d'un produit végétal ou d'un agrégat de produits végétaux dans *GlobAgri-Pluriagri* est par conséquent une moyenne d'un certain nombre de rendements différenciés : rendements différenciés des produits constituant un agrégat (rendement de la betterave et rendement de la canne, par exemple, dans le cas de l'agrégat plantes et produits sucriers), rendements différenciés par pays (rendements de l'Iran et de l'Arabie Saoudite, par exemple, dans le cas de la sous-région Moyen-Orient), rendements différenciés par zone agro-écologique à l'intérieur d'un pays (dans les pays présentant une certaine variabilité géographique des conditions pédoclimatiques), rendements différenciés par système de production (pluviale et irriguée, par exemple, pour les produits et dans les zones où ces deux systèmes coexistent), etc.

Lorsque l'on travaille avec des rendements moyens de ce type, il est difficile d'interpréter leur évolution dans le temps. En effet, comme ils sont une moyenne de différents rendements, une variation de cette moyenne peut aussi bien provenir d'une évolution d'un ou de plusieurs des rendements différenciés qui la constituent, que d'une évolution de la pondération dans la moyenne de ces rendements différenciés (augmentation des performances des systèmes de production irriguée et/ou augmentation de la part de la production irriguée dans la production totale, par exemple). Par ailleurs, l'évolution de chacun des rendements différenciés qui constituent le rendement moyen que nous utilisons ici, résulte de l'interaction d'un nombre important de facteurs moteurs des systèmes de production agricoles locaux. Ainsi, la disponibilité et la qualité des ressources pour l'agriculture (terre, eau, climat) et des autres facteurs de production (semences, intrants, irrigation, mécanisation, travail et capital humain), l'amélioration des pratiques et des technologies de production agricole contribuent à moduler les évolutions des rendements.

C'est donc le rendement agrégé moyen de chaque produit végétal et de chaque zone géographique de *GlobAgri-Pluriagri* qui est une variable d'entrée du modèle, pour laquelle, dans chaque scénario, nous devons poser une hypothèse d'évolution à l'horizon 2050. Nous construisons alors nos hypothèses sur cette variable en nous efforçant toutefois de préciser ce qu'elles impliquent pour les rendements différenciés qui constituent notre rendement moyen.

Dans le premier scénario de référence, pour les 5 sous-régions de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, on considère que les tendances passées se poursuivent et donc que les rendements des différents produits végétaux continuent à progresser au même rythme que par le passé. En d'autres termes, nous supposons que la qualité des ressources (terre, eau, climat) et des autres facteurs de production (semences, intrants, irrigation, mécanisation, travail et capital humain), l'accès à ces ressources et facteurs de production ainsi que les pratiques et technologies de production s'améliorent ou se détériorent au même rythme que par le passé, si bien que les performances des systèmes de production (pluviale et irriguée, dans les diverses zones agro-écologiques, dans les différents pays constituant les sous-régions Afrique du Nord – Moyen-Orient, pour les différents produits constituant les agrégats) évoluent au même rythme que par le passé. De la même façon, nous supposons que la composition de la production des différents produits végétaux dans les différentes sous-régions (composition par système de production pluviale/irriguée, composition par zone agro-écologique, composition par pays constituant les sous-régions, composition par produit constituant les agrégats), évolue au même rythme que par le passé. Enfin, nous supposons que l'ampleur des pertes bord-champs évolue au même rythme que par le passé.

Nous considérons que notre premier scénario de référence adopte une hypothèse d'évolution des rendements végétaux plutôt optimiste pour au moins deux raisons : d'une part, la période passée a été marquée, dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, par un développement significatif de l'irrigation (accroissement de 15 à 34 % de la surface cultivée équipée pour l'irrigation entre 1961 et 2011, cf. chapitre 1) que l'on suppose se poursuivre au même rythme à l'horizon 2050 ; d'autre part, les effets du changement climatique sur les conditions de production agricole ont été jusqu'à présent encore faiblement ressentis dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, et l'on fait l'hypothèse que ces effets ne vont pas s'accroître à l'horizon 2050.²⁹ D'un autre côté, ce caractère optimiste de notre hypothèse d'évolution des rendements végétaux peut être nuancé si l'on considère que, durant la période passée et dans certaines sous-régions, l'accès aux ressources et facteurs de production, de même que l'efficacité des systèmes d'irrigation et, plus généralement, les performances des systèmes de production, n'ont pas pu être améliorés dans une même ampleur que dans d'autres pays émergents ou développés, ce faible rythme d'évolution étant prolongé à l'horizon 2050. Le second scénario de référence et l'analyse de sensibilité ultérieure nous permettront d'explorer les effets d'hypothèses alternatives d'évolution des rendements des produits végétaux, plus ou moins optimistes que celle retenue ici.

Concrètement, les rendements des productions végétales retenus pour 2050 sont déterminés par la projection des tendances des 20 dernières années avec, cependant, certaines restrictions. En effet, l'évolution des rendements des productions végétales les plus produites dans nos 5 sous-régions, a été plafonnée quand leur progression devenait déraisonnable aux yeux de notre groupe d'experts. Les règles de plafonnement ont été définies en mobilisant les données disponibles sur les

²⁹ Ce qui semble en contradiction avec les analyses du GIEC qui suggèrent que, hormis dans le scénario dit « RCP 2.6 » supposant une stabilisation au niveau actuel de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère à l'horizon 2030, le monde dans son ensemble devrait connaître une accélération du rythme du changement climatique entre 2010 et 2050 par rapport à celui enregistré entre 1960 et 2010 (IPCC, 2013).

rendements potentiels des différentes productions en irrigué ou en pluvial,³⁰ tenant compte des modes de conduite des cultures dans les différents pays de chaque sous-région.

Au final, les étapes permettant de déterminer le rendement d'une production végétale à l'horizon 2050 dans les 5 sous-régions de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient sont les suivantes :

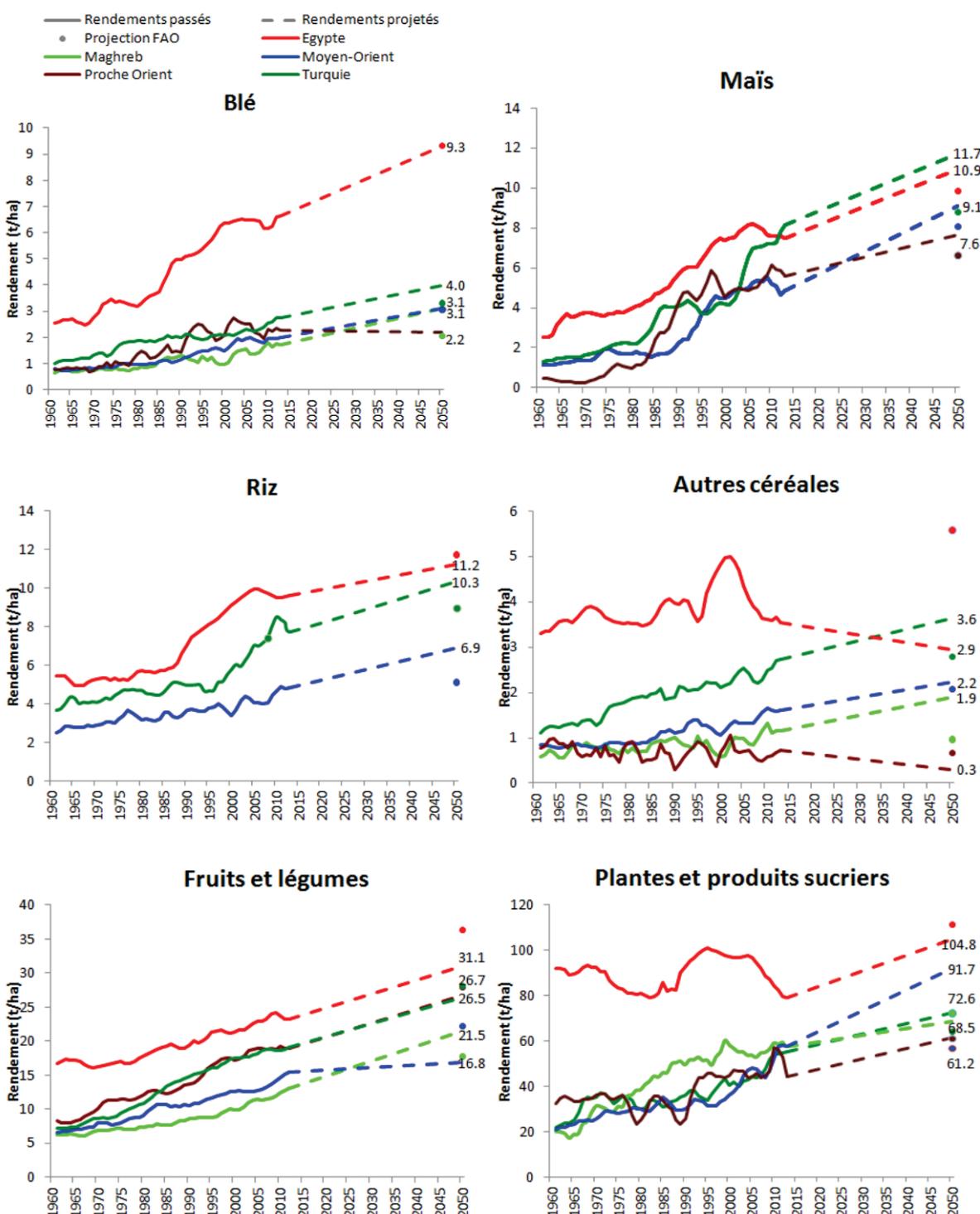
- **Pour les produits végétaux dont la production est significative dans la sous-région concernée³¹**, les rendements sont projetés d'après les tendances des 20 dernières années. Mais, cette projection est plafonnée, lorsque les experts la jugent déraisonnable :
 - par le rendement potentiel régional en agriculture pluviale (comme pour les fruits et légumes au Moyen-Orient, cf. exemple A.1, reporté en annexe 2) ;
 - par le rendement potentiel régional en agriculture irriguée, si le rendement observé en 2012 dépasse le rendement potentiel en agriculture pluviale (comme pour le maïs en Turquie, cf. exemple A.2) ;
 - par le rendement maximum observé sur la période 1963-2011 si ce rendement maximum observé est supérieur au rendement potentiel régional en agriculture irriguée (comme pour le coton au Moyen-Orient, exemple A.3)

Une exception est faite pour le blé en Egypte pour lequel les experts ont estimé que le rendement maximum observé, même s'il est supérieur au rendement potentiel irrigué de GAEZ, est trop faible. Dans ce cas, on a préféré retenir comme valeur de référence 2050 le rendement projeté par la FAO (9,3 t/ha).

³⁰ On a, pour ce faire, mobilisé les données GAEZ (<http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/LUC/GAEZv3.0/>) qui proposent des rendements potentiels moyens par pays et par culture, en agriculture pluviale et irriguée, pour différents itinéraires techniques (de bas niveaux d'intrants à hauts niveaux d'intrants). Ces rendements potentiels moyens sont déterminés *via* un modèle intégrant les caractéristiques de chaque culture, du climat, des sols et des différents itinéraires techniques. Les rendements potentiels moyens par culture et par pays sont égaux à la moyenne des rendements potentiels de la culture simulés sur chaque pixel du pays à l'aide du modèle, pondérée par le poids des pixels dans la surface cultivée du pays. Pour chaque culture, on attribue à la sous-région les rendements potentiels moyens du pays le plus performant produisant effectivement cette culture. Pour chaque agrégat de produits végétaux, on attribue les rendements potentiels du produit le plus performant de l'agrégat effectivement cultivé dans la sous-région considérée (par exemple, pour l'agrégat plantes et produits sucriers, pour les sous-régions produisant de la canne à sucre, les rendements potentiels moyens retenus sont ceux de la canne à sucre, plus élevés à l'hectare que ceux de la betterave).

³¹ Pour toutes les sous-régions, la production d'un produit végétal est jugée significative lorsque, pour l'année de référence 2007-2009, elle est supérieure à 200 000 tonnes. Ce seuil est assez conservateur en ce sens que quelle que soit la sous-région, il revient à compter comme non significatives les productions d'un nombre restreint de produits, le plus souvent des oléagineux (soja, colza et autres oléagineux). A titre d'exemple, dans le cas du Proche-Orient, sont comptées comme non significatives les productions de riz, de colza, de soja, de tournesol, d'autres oléagineux et de palme.

Figure 3.4 – Rendements à l’hectare, passés et projetés à 2050, des principaux produits végétaux



- Pour les produits végétaux dont la production n’est pas significative dans la sous-région concernée, le rendement est maintenu constant à son niveau observé en 2007-2009.

La figure 3.4 rapporte les rendements observés et projetés des principaux produits végétaux produits dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. Les hypothèses adoptées pour ce premier scénario

de référence conduisent à un accroissement des rendements pour la majorité des produits et dans presque toutes les sous-régions. Quelques exceptions peuvent être relevées toutefois, notamment au Proche-Orient pour le blé, dont le rendement à l'hectare tend à stagner, et en Egypte et au Proche-Orient pour les « autres céréales », dont le rendement tend à diminuer. Dans tous les 3 cas, la tendance d'évolution des 20 dernières années n'est pas significativement orientée à la hausse, du fait notamment de l'évolution chaotique du rendement observée sur cette période.

A titre de simple comparaison, la figure 3.4 rapporte également, pour chaque produit et chaque sous-région, les projections de rendements adoptées par Alexandratos et Bruinsma (2012) dans leur étude pour la FAO. Globalement, nos rendements projetés à 2050 tendent à être supérieurs à ceux d'Alexandratos et Bruinsma pour les céréales et inférieurs pour les fruits et légumes. Dans le cas des céréales, l'écart positif entre nos rendements projetés à 2050 et ceux d'Alexandratos et Bruinsma est plus particulièrement marqué pour le Maghreb et le Proche-Orient. Alexandratos et Bruinsma (2012) ne détaillent pas les hypothèses qui sous-tendent leurs rendements projetés à 2050, aussi est-il difficile d'interpréter les différences ou les similarités entre nos projections et les leurs. Ils indiquent simplement que leurs projections de rendements à 2050, bien que basées sur les tendances observées par le passé, ne sont pas de pures extrapolations des tendances historiques car elles intègrent les connaissances actuelles sur les changements prévus dans le futur. On peut donc penser que les projections d'Alexandratos et Bruinsma (2012) sont éventuellement plus marquées que les nôtres par l'anticipation des impacts du changement climatique à 2050. Ceci pourrait expliquer, en partie au moins, le caractère plus optimiste de nos projections pour les céréales, en particulier pour le Maghreb, région potentiellement très sensible au changement climatique.

2.1.2. Une contrainte en terres cultivables déjà dépassée

La question des terres cultivables et des terres cultivées est au cœur du modèle *GlobAgri*. C'est également un des enjeux essentiels de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, de nombreuses études considérant que la contrainte en terres cultivables est atteinte, voire dépassée, dans nombre des pays de la région.

Comme indiqué dans le chapitre précédent, le modèle *GlobAgri* intègre une contrainte de surface qui peut être définie sur les surfaces cultivées ou sur la somme des surfaces cultivées et en pâtures. Dans cette étude, la contrainte de surface est définie sur les surfaces cultivées.³² La détermination du niveau des surfaces cultivables à l'horizon 2050 pour chacune des sous-régions est par conséquent, bien que délicate, cruciale pour appréhender les résultats des simulations réalisées.

³² Comme mentionné dans le chapitre 2, cette hypothèse implique que la surface en cultures arables et permanentes est bornée supérieurement tandis que la surface en pâture s'ajuste librement, ce qui signifie que la surface cultivée ne peut pas s'étendre au-delà de la surface cultivable sur la surface en pâture. En revanche, rien n'empêche la surface en pâture de s'étendre sur la surface cultivable. La seconde option, dans laquelle c'est la surface agricole totale qui est bornée et où les surfaces cultivée et en pâture sont en concurrence sur cette surface totale, n'a pas été retenue ici car elle aurait permis à la surface cultivée de s'étendre sur la surface en pâture. Or, comme le montre l'analyse rétrospective, les 5 sous-régions de la zone Afrique du Nord – Moyen-Orient présentent déjà en 2007-2009 une surface cultivée qui dépasse la surface considérée comme cultivable dans GAEZ. Il nous a donc semblé plus raisonnable d'adopter un cadre qui limite l'expansion des surfaces cultivées dans les sous-régions Afrique du Nord – Moyen-Orient. En revanche, les surfaces en pâture, dont l'expansion peut se faire sur un spectre nettement plus large de qualité de terre (i.e., de très bonne à très mauvaise qualité), sont laissées libres de s'ajuster au gré de l'évolution de la production animale domestique. On évalue néanmoins ex-post dans quelle mesure nos résultats de simulation en termes d'expansion des surfaces en pâture correspondent à une évolution envisageable ou bien au contraire sont révélateurs d'une situation intenable.

La surface cultivable de chaque sous-région de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient est déterminée sur la base des données GAEZ (*Global Agro-Ecological Zones*). La méthodologie GAEZ classe les terres de tous les pays du monde, selon leurs qualités, en 7 catégories différentes, le classement se faisant en fonction d'un indice (« *Suitability Index* » ou SI), égal au rendement potentiel exprimé en pourcentage du rendement climatique maximum, calculé pour la zone considérée.³³ Pour *GlobAgri-Pluriagri*, on retient comme terres cultivables, les terres classées par GAEZ dans les catégories 1 (qualité « très bonne », susceptible d'atteindre 85 à 100 % du rendement climatique maximum) à 4 (qualité « moyenne », 40 à 55 % du rendement climatique maximum).³⁴

Comme indiqué dans le chapitre précédent, il y a un écart entre surfaces cultivées et surfaces récoltées, lié essentiellement à la possibilité de récoltes multiples ou à l'importance de la mise en jachère. La comparaison des deux dernières colonnes du tableau 3.8 confirme cet écart pour les 5 sous-régions Afrique du Nord – Moyen-Orient. La surface récoltée est supérieure à la surface cultivée en Egypte seulement, attestant de la présence de récoltes multiples dans ce pays à l'agriculture irriguée. Dans les autres sous-régions, la surface cultivée est toujours supérieure à la surface récoltée, suggérant un rôle prépondérant de la jachère. Notons que les écarts constatés pour certaines sous-régions sont particulièrement importants. C'est le cas notamment du Maghreb et du Moyen-Orient pour lesquels la surface cultivée dépasse de 50 à 60 % la surface récoltée.

Tableau 3.8 – Surfaces cultivables selon le classement GAEZ, surfaces cultivées et récoltées en 2007-2009 selon FAOStat, pour les sous-régions Afrique du Nord – Moyen-Orient
(milliers d'hectares)

	GAEZ 1 à 4	Surfaces cultivées* 2007/2009	Surfaces récoltées 2007/2009
Egypte	0	3 578	5 222
Maghreb	15 613	27 949	15 728
Moyen-Orient	12 277	21 538	14 958
Proche-Orient	3 659	6 483	5 476
Turquie	23 334	24 625	18 527
Ensemble	54 883	84 173	59 910

* cultures arables et cultures permanentes

La comparaison des deux premières colonnes du tableau 3.8 indique que toutes les sous-régions de l'ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient cultivent déjà en 2007-2009 des surfaces supérieures à leur potentiel de terres « cultivables » calculé selon la méthodologie GAEZ. C'est pourquoi le premier scénario de référence fixe, pour toutes les sous-régions Afrique du Nord – Moyen-Orient, une

³³ L'indice SI est calculé en considérant un panier de 49 cultures et 3 itinéraires techniques. Le rendement climatique maximum est déterminé *via* le modèle de culture de GAEZ en considérant les caractéristiques de la plante, les caractéristiques du sol, la température et la radiation, l'itinéraire technique. Le rendement potentiel intègre des contraintes supplémentaires : des contraintes liées au climat, comme la variabilité interannuelle de l'humidité du sol, l'impact des maladies, ravageurs et adventices, le risque de stress hydrique, le risque de gel, de difficulté de réalisation de certaines tâches à certains moments du fait de conditions climatiques inadaptées, tous ces risques étant quantifiés différemment selon l'itinéraire technique ; des contraintes liées au sol, comme la distribution des caractéristiques du sol sur la zone considérée, les difficultés d'accès, le besoin de jachère (en fonction de l'itinéraire technique), etc. Pour plus de détails sur l'élaboration du SI, consulter : <http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/LUC/GAEZv3.0/>, en particulier dans la rubrique « *Model documentation* » : Fisher *et al.* (2012).

³⁴ Le seuil de 4 a été retenu car dans les travaux de GAEZ, les surfaces de qualité 1 à 4 sont souvent agrégées et considérées comme des terres adaptées. Tandis que les surfaces de qualité 5 à 7 sont, elles aussi, souvent agrégées et qualifiées de terres marginales et impropres à l'agriculture.

contrainte en terre égale au niveau de la surface cultivée en cultures arables et permanentes observée en 2007-2009. Pour la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble, la surface cultivée observée en 2007-2009 est supérieure de près de 30 millions d’hectares aux potentiels 55 millions d’hectares considérés comme « cultivables » selon les catégories GAEZ 1 à 4.

En d’autres termes, on suppose, dans ce premier scénario de référence, que la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions exploitent déjà au-delà de leurs superficies cultivables respectives et ne pourront pas accroître leurs surfaces cultivées.

* *

*

Au total, le premier scénario de référence (« Tendancier » ou « Référence 1 ») retenu pour projeter à l’horizon 2050 le système agricole et alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient s’appuie sur un ensemble d’hypothèses prolongeant les tendances observées au cours des vingt dernières années, même si certaines évolutions trop brutales ont été modulées à dire d’experts. Ces prolongements de tendances se traduisent par une population de 704 millions d’habitants (+ 50 % par rapport à aujourd’hui), dont le niveau d’apports nutritionnels continue à progresser et atteint, pour toutes les sous-régions sauf le Moyen-Orient, une disponibilité alimentaire similaire à celle des pays considérés aujourd’hui comme développés. Cette croissance conséquente du nombre de kilocalories disponibles à la consommation quotidienne de chacun des habitants de la région s’accompagnerait du maintien d’une des caractéristiques majeures des régimes alimentaires de la région, à savoir le bas niveau de la part de la consommation alimentaire dédiée aux produits animaux : celle-ci resterait stable à hauteur de 10 % du nombre de kilocalories ingérées par jour et par personne. En revanche, la transition nutritionnelle en cours se prolongerait et modifierait les parts des différents produits végétaux dans les régimes. Ainsi, le poids du blé continuerait à décroître au profit du maïs, des huiles végétales et des fruits et légumes. De même, au sein des produits animaux, le poids de la viande de volaille, issue d’élevages intensifs, continuerait sa progression au détriment de la viande de ruminants. Pour faire face à la croissance de la demande que ces hypothèses démographiques et nutritionnelles imposent, la région Afrique du Nord – Moyen-Orient serait en capacité d’augmenter les rendements de ses produits végétaux et l’efficacité de ses systèmes d’élevage.

De ce point de vue, les hypothèses retenues dans notre premier scénario de référence pour les produits végétaux peuvent paraître optimistes, alors que des ruptures fortes par rapport aux tendances passées d’augmentation des rendements pourraient être envisagées en raison notamment du changement climatique et de ses effets attendus dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. En revanche, la région ne pourra pas accroître ses surfaces cultivées, aucune terre cultivable n’étant d’ores et déjà plus disponible au regard des capacités agronomiques des sols de la région.

2.2. Résultats de simulations du scénario de référence « Tendancier » ou « Référence 1 »

Pour faciliter l’analyse et l’interprétation des résultats, le premier scénario de référence a été simulé pas à pas en introduisant successivement les chocs sur les différentes variables et paramètres :

- on introduit d’abord le choc sur la demande alimentaire dans chaque région du modèle. Pour la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses 5 sous-régions, ce choc est introduit en deux temps : on considère en premier lieu le choc de demande résultant uniquement de la croissance démographique (AlimPOP), puis on lui ajoute le choc de demande résultant du seul ajustement du régime alimentaire (ALIM) ;

- on ajoute ensuite les chocs du côté de l'offre dans chaque région du modèle : celui sur les rendements végétaux d'abord (AlimREND), puis celui sur les rendements animaux (AlimrendEFF) ;
- à ce stade, pour boucler le processus et obtenir le premier scénario de référence, nous ajoutons la contrainte de surface (REF 1).

A l'issue de chaque simulation, le modèle fournit un ensemble de résultats qu'il n'est pas possible de présenter en détail ici mais qui sont disponibles auprès des auteurs. Dans cette section, nous centrons notre analyse sur les résultats de simulations qui concernent les 5 sous-régions et la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble. Les variables de sortie clés du modèle sont les surfaces récoltées/cultivées, agrégées et allouées à chaque produit, et la surface en pâture dans chaque région du modèle.³⁵ Notre analyse des résultats de simulations est donc centrée sur ces surfaces. Dans le cas de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, la dépendance aux importations constitue également une variable d'enjeux pour l'avenir du système alimentaire. En conséquence, nous rapportons également et analysons en détail les effets des scénarios sur les volumes importés par produit et sur les taux de dépendance nette aux importations dans les 5 sous-régions. Enfin, l'évolution de la productivité du travail est un indicateur important, d'une part, de la place et du rôle de l'agriculture dans l'évolution des économies nationales, en tant que pourvoyeur de main-d'œuvre pour les secteurs secondaire et tertiaire ou en tant que secteur refuge pour la main-d'œuvre qui ne parvient pas à trouver un emploi dans les autres secteurs, et d'autre part, de la capacité des secteurs agricoles à tirer parti des innovations techniques existantes et à se moderniser. Nous analysons donc aussi l'évolution de la productivité du travail dans région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions à l'issue de chaque scénario.

2.2.1. Au niveau de la zone ANMO, une réduction des surfaces cultivées en dépit de la croissance des besoins, grâce à l'amélioration des rendements

Le graphique 3.5 rapporte la surface totale cultivée dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble, dans la situation initiale 2007-2009 (INIT) et à l'issue de chaque choc introduit (AlimPOP, ALIM, AlimREND, AlimrendEFF) pour aboutir au scénario de référence 1 (REF 1). Quatre résultats principaux émergent de ce graphique :

- La croissance démographique et la poursuite des tendances d'évolution des régimes alimentaires régionaux conduisent à accroître les besoins en produits agricoles et alimentaires de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. Ces besoins étant couverts pour partie par un accroissement de la production domestique, ce dernier se traduit par une augmentation des surfaces cultivées requises. Ainsi, à rendements végétaux et animaux inchangés (scénario ALIM)³⁶, le surcroît de besoins en produits agricoles et alimentaires entraînerait un accroissement de la surface cultivée de 84 à 144 millions d'hectares (soit une augmentation de 71 %) à l'horizon 2050 dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. Il est à noter que 66 % de cette augmentation de surface est imputable à la croissance démographique (scénario AlimPOP), l'évolution des régimes alimentaires n'étant responsable que des 34 % restant (scénario ALIM).
- La poursuite des tendances d'évolution des rendements végétaux (scénario AlimREND), contribuerait à réduire fortement cette surface cultivée requise qui retomberait à 98 millions d'hectares, soit une augmentation de 17 % par rapport à la situation initiale. L'économie observée de 46 millions d'hectares, permise par la seule amélioration des rendements végétaux,

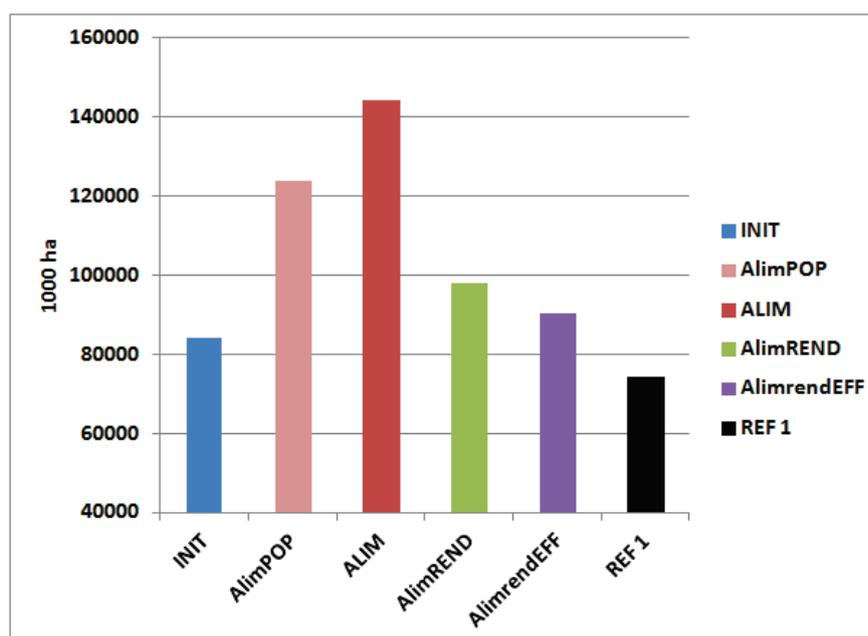
³⁵ Comme indiqué dans le chapitre 2, il existe une identité de passage entre la surface cultivée et la surface récoltée, les deux étant liées par un coefficient fixe. On peut donc indifféremment présenter les résultats sur les surfaces récoltées ou cultivées. Dans ce qui suit, nous avons choisi de présenter les surfaces cultivées.

³⁶ Et à niveau de dépendance aux importations constant par rapport à 2007-2009.

suggère que les rendements végétaux sont un levier puissant dans un contexte de terres cultivables contraintes et que les hypothèses posées sur l'évolution des rendements végétaux sont un élément clé de notre analyse. Nous reviendrons sur ces hypothèses dans le second scénario de référence et lors de l'analyse de sensibilité.

- L'amélioration des rendements animaux (scénario AlimrendEFF) conduit également à économiser des terres, mais dans une bien moindre mesure que l'accroissement des rendements végétaux : la surface cultivée de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient ne diminue que de 7,5 millions d'hectares entre les scénarios AlimREND et AlimrendEFF. Ce résultat confirme le caractère relativement conservateur, déjà évoqué, des projections des efficacités animales de Bouwman *et al.* (2005) sur lesquelles nous nous sommes appuyés. A l'issue du scénario AlimrendEFF, la surface cultivée s'établit, dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, à 90 millions d'hectares, soit une augmentation de 7 % par rapport à la situation initiale.
- L'ajout de la contrainte de surface cultivée (scénario REF 1) modifie quelque peu la situation : la surface cultivée de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient se réduit de 16 millions d'hectares environ pour s'établir au final à 74 millions d'hectares. Cette baisse de la surface cultivée de la région dans son ensemble, qui peut paraître contre-intuitive et sur laquelle on revient dans ce qui suit, résulte des ajustements des 3 sous-régions qui saturent leur contrainte de surface : l'Egypte, le Moyen-Orient et le Proche-Orient.

Figure 3.5 – Surface cultivée en cultures arables et permanentes dans la situation initiale (INIT) et à l'issue de chaque scénario, région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble (milliers d'hectares)



2.2.2. Des situations différentes dans les 5 sous-régions ANMO : l'Egypte, le Moyen-Orient et le Proche-Orient saturent leur contrainte de surface

De façon générale, l'introduction pas à pas des différents chocs qui constituent le scénario de référence 1 produit les mêmes effets dans les sous-régions que ceux que nous venons de décrire pour la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble. Soulignons néanmoins trois différences notables.

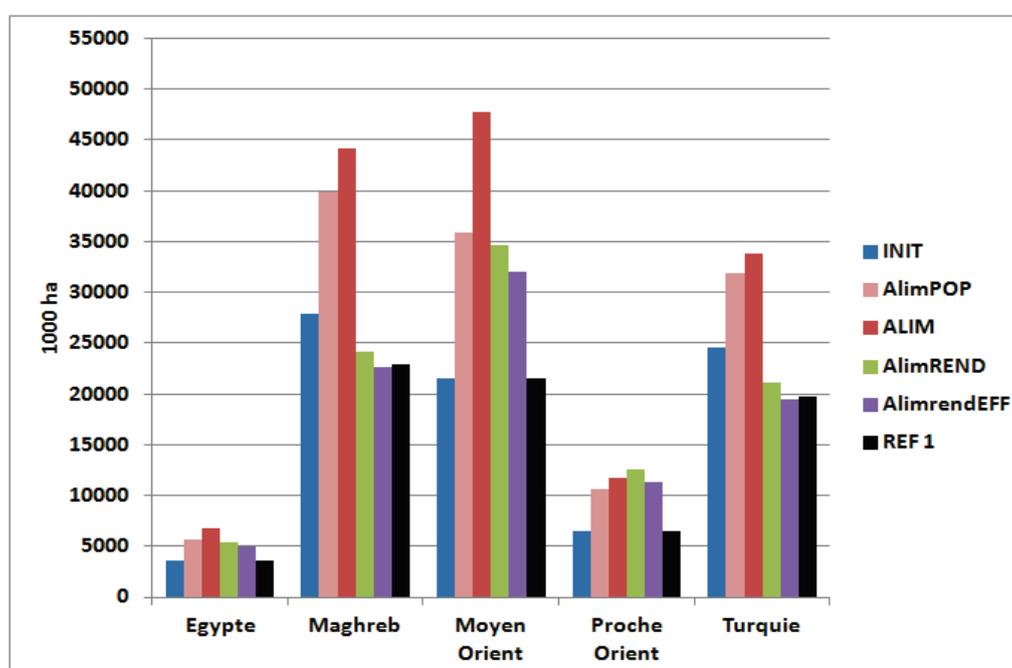
Dans le cas du Proche-Orient, l'application du choc sur les rendements végétaux du scénario AlimREND conduit non pas à réduire la surface cultivée requise mais à l'augmenter. En effet, au

Proche-Orient, les rendements à l’hectare de quelques produits sont légèrement orientés à la baisse sur les 20 dernières années. La projection de cette tendance passée conduit par conséquent à réduire ces rendements à l’hectare à l’horizon 2050.³⁷

Dans le cas du Maghreb et de la Turquie, le choc sur les rendements végétaux (scénario AlimREND) permet à ces deux sous-régions de réduire leur surface cultivée requise de manière suffisante pour qu’elle repasse en-dessous de son niveau initial, ce qui n’est pas le cas pour les 3 autres sous-régions, ni pour la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble.

Le point le plus notable est que le scénario de référence 1 n’amène pas toutes les sous-régions à la même situation en ce qui concerne leurs surfaces cultivées. Comme l’indique le graphique 3.6, le scénario AlimrendEFF permet à deux sous-régions, Maghreb et Turquie, de repasser sous leur seuil de terres cultivables.³⁸ En d’autres termes, pour ces deux sous-régions, l’amélioration des rendements végétaux et animaux permet une économie de terre en cultures arables et permanentes qui fait plus que compenser le surcroît de surfaces requises pour couvrir les besoins alimentaires domestiques à la hausse. Ce n’est pas le cas pour les 3 autres sous-régions, Egypte, Moyen-Orient et Proche-Orient, qui saturent leur contrainte de surface. A l’issue du scénario AlimrendEFF, ces trois sous-régions présentent en effet une surface cultivée supérieure à la surface initiale, de 1,4 million d’hectares pour l’Egypte (+40 % par rapport à la surface cultivée initiale), de 10,5 millions d’hectares pour le Moyen-Orient (+49 %) et de 4,9 millions d’hectares pour le Proche-Orient (+75 %). Pour ces 3 sous-régions, l’économie de terre permise par l’amélioration des rendements végétaux et animaux n’est pas suffisante pour compenser l’augmentation des surfaces requises pour couvrir le surcroît de besoins alimentaires domestiques. Le passage du scénario AlimrendEFF au scénario de référence 1 (REF 1) implique donc, pour ces 3 sous-régions, une contrainte de surface active qui se traduit par un accroissement endogène des coefficients de dépendance aux importations.

Figure 3.6 – Surface cultivée dans la situation initiale (INIT) et à l’issue de chaque scénario, pour les 5 sous-régions (milliers d’hectares)



³⁷ C’est le cas pour les « autres céréales » par exemple dont le rendement diminue entre 2007-09 et 2050 au Proche-Orient dans le scénario de référence 1.

³⁸ Rappelons que, pour les 5 sous-régions, le seuil de terres cultivables est supposé égal à leur surface cultivée observée en 2007-2009.

Au total, le passage du scénario AlimrendEFF au scénario de référence REF 1 entraîne une réduction de la surface cultivée dans les 3 sous-régions qui saturent leur contrainte de surface (-17 millions d'hectares environ), qui n'est que très partiellement compensée par une légère augmentation des surfaces cultivées dans les deux sous-régions non contraintes (+1 million d'hectares environ). Ceci explique la réduction d'environ 16 millions d'hectares, observée au niveau de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble, à l'issue du scénario de référence 1 relativement à la situation initiale (fig. 3.5).

Soulignons à ce stade que l'accroissement très limité des surfaces cultivées dans les deux sous-régions non contraintes, Maghreb et Turquie, observé à l'issue du scénario REF1, reflète le caractère sans doute par trop mécanique du mécanisme de résolution du modèle et constitue un résultat qui mérite d'être discuté. Rappelons que dans *GlobAgri-Pluriagri*, lorsqu'une région sature sa contrainte de surface, le modèle accroît de manière endogène les coefficients de dépendance à l'importation de cette région de sorte qu'une part plus importante de ses besoins domestiques soit couverte par des importations, ce qui permet de réduire la production domestique et, par suite, la surface cultivée. C'est ce qui se passe dans le scénario de référence 1 en Egypte, au Moyen-Orient et au Proche-Orient. En revanche, dans les régions qui ne saturent pas leur contrainte de surface, les coefficients de dépendance aux importations restent constants et les surfaces cultivables non utilisées ne s'ajustent pas à la nouvelle situation. C'est ce qui se passe au Maghreb et en Turquie où les surfaces libérées à l'issue du scénario AlimrendEFF restent en grande partie inutilisées dans le scénario REF 1. Or, on peut raisonnablement imaginer qu'en présence de surfaces cultivables non utilisées, ces deux sous-régions réduisent leurs coefficients de dépendance à l'importation, faisant ainsi croître la part des besoins domestiques couverte par la production domestique de façon à exploiter les surfaces cultivables libres.

Dans la suite, quand nous rencontrons ce type de situation, nous présentons le calcul ex-post, et les résultats qui en découlent, correspondant à ce type d'ajustement des sous-régions qui ne saturent pas leur contrainte de surface.

2.2.3. Une croissance significative de la dépendance aux importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et de ses sous-régions

Dans le scénario de référence 1, les coefficients de dépendance aux importations des sous-régions qui saturent leur contrainte de surface cultivée s'ajustent à la hausse. Ce mouvement va dans le sens d'un accroissement de la dépendance aux importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble.

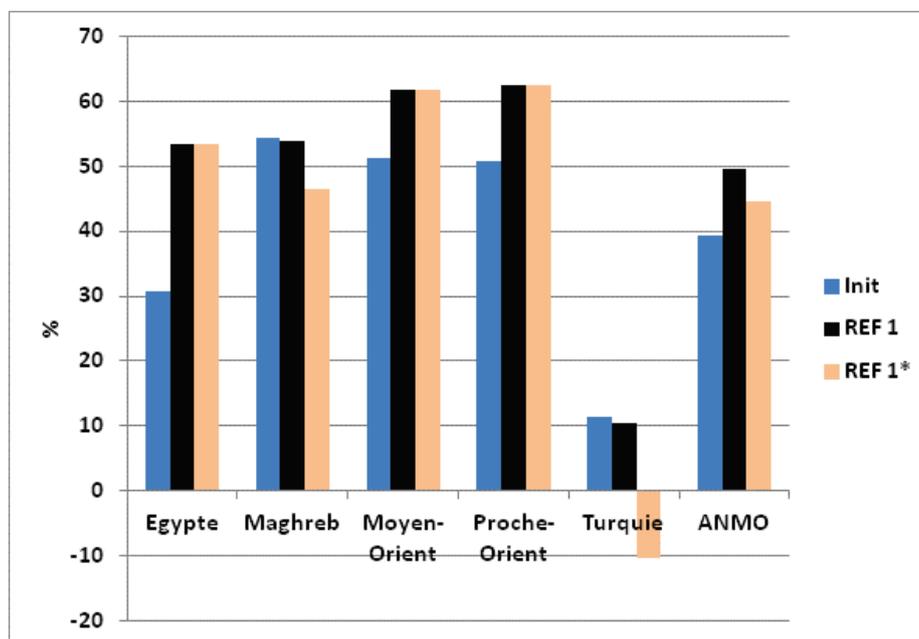
Nous avons calculé ici (fig. 3.7) la dépendance nette agrégée par sous-région en exprimant importations et utilisations totales des différents produits en kilocalories et en les sommant.³⁹ Ainsi, le scénario de référence 1 entraîne un accroissement significatif de la dépendance nette aux importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble : la part importée des calories utilisées passe de 39 % dans la situation initiale à près de 50 % à l'issue du scénario de référence 1.

Logiquement, la dépendance nette des deux sous-régions qui ne saturent pas leur contrainte de surface, *i.e.* le Maghreb et la Turquie, évolue peu. Les légers ajustements induits par le scénario de référence 1 résultent uniquement des variations des exportations, les coefficients de dépendance aux importations de ces deux sous-régions restant constants.⁴⁰

³⁹ La dépendance nette par produit est calculée comme la différence entre le volume importé et le volume exporté, rapporté au total des utilisations intérieures. Une dépendance nette positive (négative) indique que la région est importatrice (exportatrice) nette du produit.

⁴⁰ Rappelons que les exportations d'un produit par un pays sont modélisées comme une part du marché mondial correspondant. Dans *GlobAgri-Pluriagri*, cette part est supposée constante pour les 5 sous-régions

Figure 3.7. Dépendance nette aux importations de la région ANMO et de ses 5 sous-régions dans la situation initiale (INIT) et à l'issue du scénario de référence 1 (part en % des importations nettes dans les utilisations domestiques totales exprimées en kilocalories)



REF 1* = REF 1 + Maghreb et Turquie utilisent la totalité de leurs surfaces cultivables

En revanche, la dépendance nette des 3 sous-régions qui saturent leur contrainte de surface augmente significativement à l'issue du scénario de référence 1 (REF 1). En effet, c'est seulement dans ce scénario que la contrainte de surface devient active et donc que les coefficients de dépendance aux importations des 3 sous-régions contraintes sont ajustés à la hausse. Ainsi, la dépendance nette aux importations de l'Égypte passe de 31 % dans la situation initiale à 53 % à l'issue du scénario de référence 1, celle du Moyen-Orient de 51 % dans la situation initiale à 62 % à l'issue du scénario de référence 1, enfin celle du Proche-Orient s'accroît de 51 % à 63 %.

A ce stade, on peut poser la question des marges de manœuvre qui resteraient aux 4 sous-régions que sont l'Égypte, le Maghreb, le Moyen-Orient et le Proche-Orient, qui importent déjà plus de 50 % des calories qu'elles utilisent à l'issue de notre scénario de référence 1, alors que celui-ci est, rappelons-le, relativement optimiste en termes d'évolution des rendements végétaux. Un contexte qui verrait s'aggraver les effets du changement climatique et/ou se renforcer la pression sur l'eau disponible pour l'irrigation, et dans lequel les rendements végétaux évolueraient selon des tendances beaucoup plus pessimistes, pourrait poser un véritable problème d'équilibre ressources agricoles-utilisations alimentaires dans ces quatre sous-régions. Le second scénario de référence (« Tendancier avec accentuation du changement climatique » ou « Référence 2 ») vise à nous éclairer à cet égard.

Comme indiqué précédemment, nous nous sommes livrés à un calcul ex-post permettant d'évaluer la dépendance nette de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient si les deux sous-régions non contraintes que sont le Maghreb et la Turquie exploitaient la totalité de leurs surfaces cultivables, le surcroît de production domestique venant remplacer la quantité correspondante d'importation. Les résultats de ce calcul sont reportés sur la figure 3.7, scénario REF 1*.

Afrique du Nord – Moyen-Orient dans tous les scénarios. En revanche, la taille du marché mondial varie en fonction des scénarios, si bien que les volumes exportés s'ajustent.

L'exploitation de la totalité des surfaces cultivables disponibles permettrait au Maghreb de réduire ses importations (en équivalent kilocalories) de 8 % relativement au scénario de référence 1. La même opération amènerait la Turquie à diminuer ses importations de 80 % par rapport au scénario de référence 1 et de 70 % par rapport à la situation initiale. Le taux de dépendance nette du Maghreb diminuerait de 54 % à 49 %, celui de la Turquie passerait de 11 % à -7 %. Ainsi, la Turquie pourrait se trouver en situation d'exportatrice nette : la production végétale en Turquie notamment pourrait dépasser de 17 % ses utilisations domestiques totales. Au total, la dépendance nette aux importations de la zone Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble pourrait décroître, passant de 50 % à 45 % à l'issue de ces ajustements.

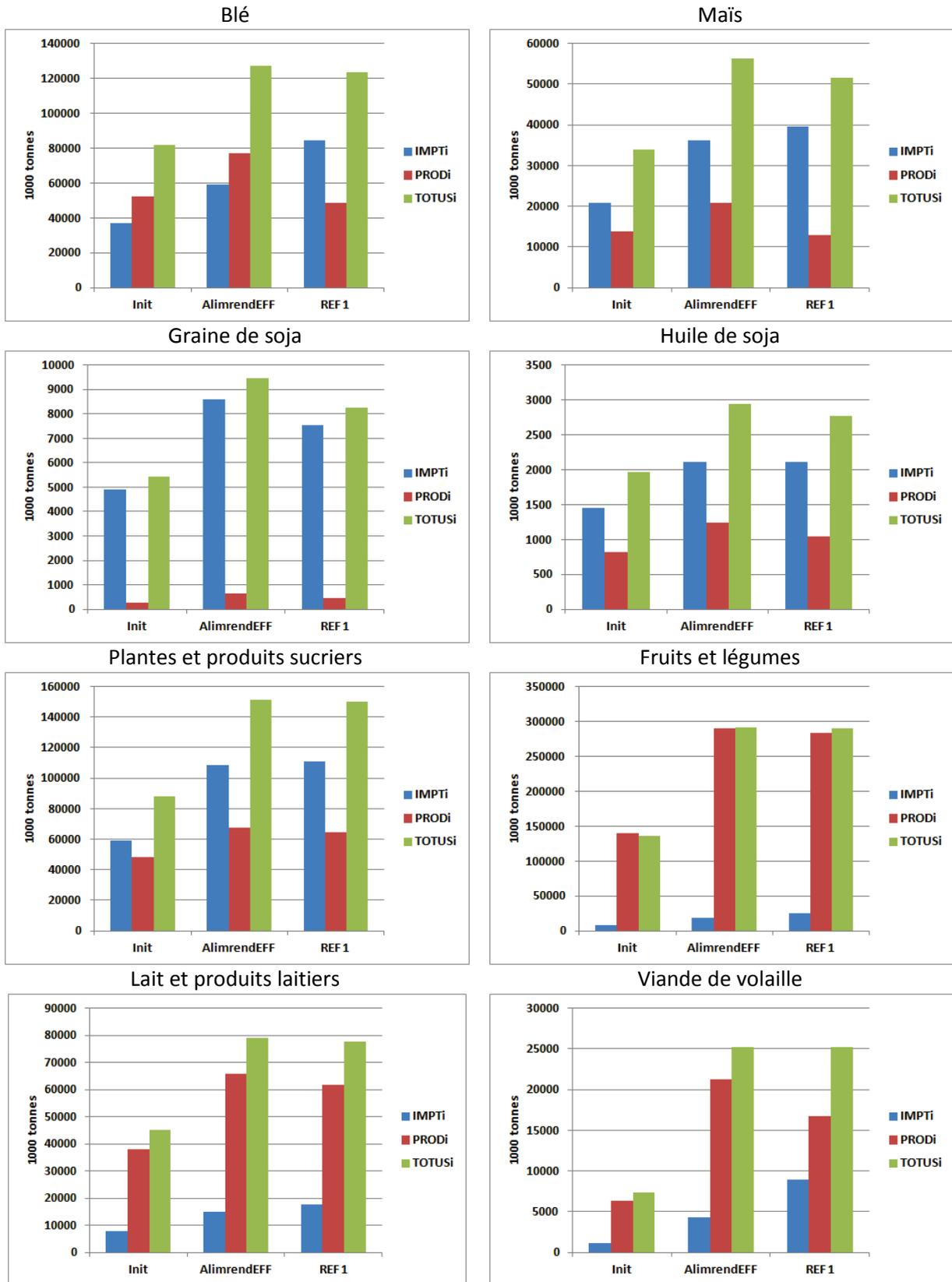
2.2.4. Une dépendance aux importations très forte pour le blé, le maïs, la graine de soja, les plantes et produits sucriers, une augmentation significative de la dépendance pour le blé et la viande de volaille

La figure 3.8 fournit, pour une sélection de produits, le volume d'utilisations totales, la quantité produite et la quantité importée de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble dans la situation initiale, à l'issue du scénario AlimrendEFF et après application du scénario de référence 1. Ce graphique permet par conséquent de visualiser, produit par produit, comment s'ajustent la production domestique et les importations suite à une variation des utilisations intérieures et, par suite, comment varie la dépendance aux importations de la région.

Ce graphique montre tout d'abord que, dans la situation initiale, la région Afrique du Nord – Moyen-Orient est déjà très dépendante des importations pour un certain nombre de produits. C'est le cas en particulier pour le maïs, les plantes et produits sucriers, la graine de soja et, dans une moindre mesure, le blé. Dans le cas du maïs, par exemple, sur les 34 millions de tonnes initialement utilisées par la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, 14 millions de tonnes sont produites localement et 20 millions de tonnes sont importées, soit un taux de dépendance aux importations de 61 %. La dépendance initiale aux importations est encore plus importante pour les plantes et produits sucriers et la graine de soja, avec des taux de dépendance initiaux de respectivement 67 % et 91 %. Au contraire, la région Afrique du Nord – Moyen-Orient est initialement assez faiblement dépendante des importations pour les fruits et légumes (avec un taux de dépendance de 6 %) et, dans une moindre mesure, pour la viande de volaille (16 %) et le lait et les produits laitiers (17 %).

En second lieu, la figure 3.8 indique que l'application du scénario de référence 1 induit un accroissement significatif de la dépendance aux importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient pour le blé et la viande de volaille. Cet accroissement résulte des ajustements qui ont lieu dans les 3 sous-régions qui saturent leur contrainte de surface en cultures arables et permanentes. Face à la croissance de leurs besoins alimentaires, pour respecter leur contrainte de surface, les 3 sous-régions (en réalité essentiellement le Moyen-Orient et le Proche-Orient) accroissent leurs importations de viande de volaille de façon à limiter l'augmentation de leur production domestique (la production de viande de volaille de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient passant de 21 millions de tonnes dans le scénario AlimrendEFF à 17 millions de tonnes dans le scénario REF 1) et, par suite, la demande intérieure d'ingrédients pour l'alimentation animale, dont le blé (les utilisations totales de blé de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient passant de 127 millions de tonnes dans le scénario AlimrendEFF à 123 millions de tonnes dans le scénario REF 1). Dans le même temps, elles augmentent leurs importations de blé pour limiter l'augmentation de leur production domestique (la production de blé de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient décroissant de 77 millions de tonnes dans le scénario AlimrendEFF à 49 millions de tonnes dans le scénario REF 1). Ces deux mouvements contribuent à limiter l'accroissement de la surface cultivée dans les 3 sous-régions contraintes et, par suite, dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient.

Figure 3.8 – Dépendance aux importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient pour quelques produits (utilisations domestiques totales, TOTUS, production domestique, PROD, importations brutes, IMPT, milliers de tonnes)



2.2.5. Une augmentation importante des volumes importés

Le scénario de référence 1 conduit à une croissance substantielle des volumes importés dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient (fig. 3.8). Cette croissance résulte d'un premier mouvement que l'on observe dans les 5 sous-régions : excepté pour quelques produits, la consommation humaine et, par suite, les utilisations totales des différents produits augmentent dans les 5 sous-régions. Les volumes importés étant positivement liés aux utilisations totales *via* les coefficients de dépendance, l'augmentation des utilisations totales, portées par le scénario de référence 1 pour la majorité des produits, joue dans le sens d'un accroissement des importations en volume. Dans les 3 sous-régions qui saturent leur contrainte de surface, ce premier mouvement est renforcé par l'ajustement à la hausse des coefficients de dépendance à l'importation.

La figure 3.9 illustre ce phénomène pour quelques produits et pour les 5 sous-régions Afrique du Nord – Moyen-Orient. Le scénario de référence 1 entraîne couramment des augmentations très significatives des volumes importés de certains produits, par rapport à la situation initiale. C'est le cas pour la plupart des produits dans les 5 sous-régions. Les augmentations les plus significatives (triple voire quadruple) concernent le plus souvent les 3 sous-régions saturant leur contrainte de surface.

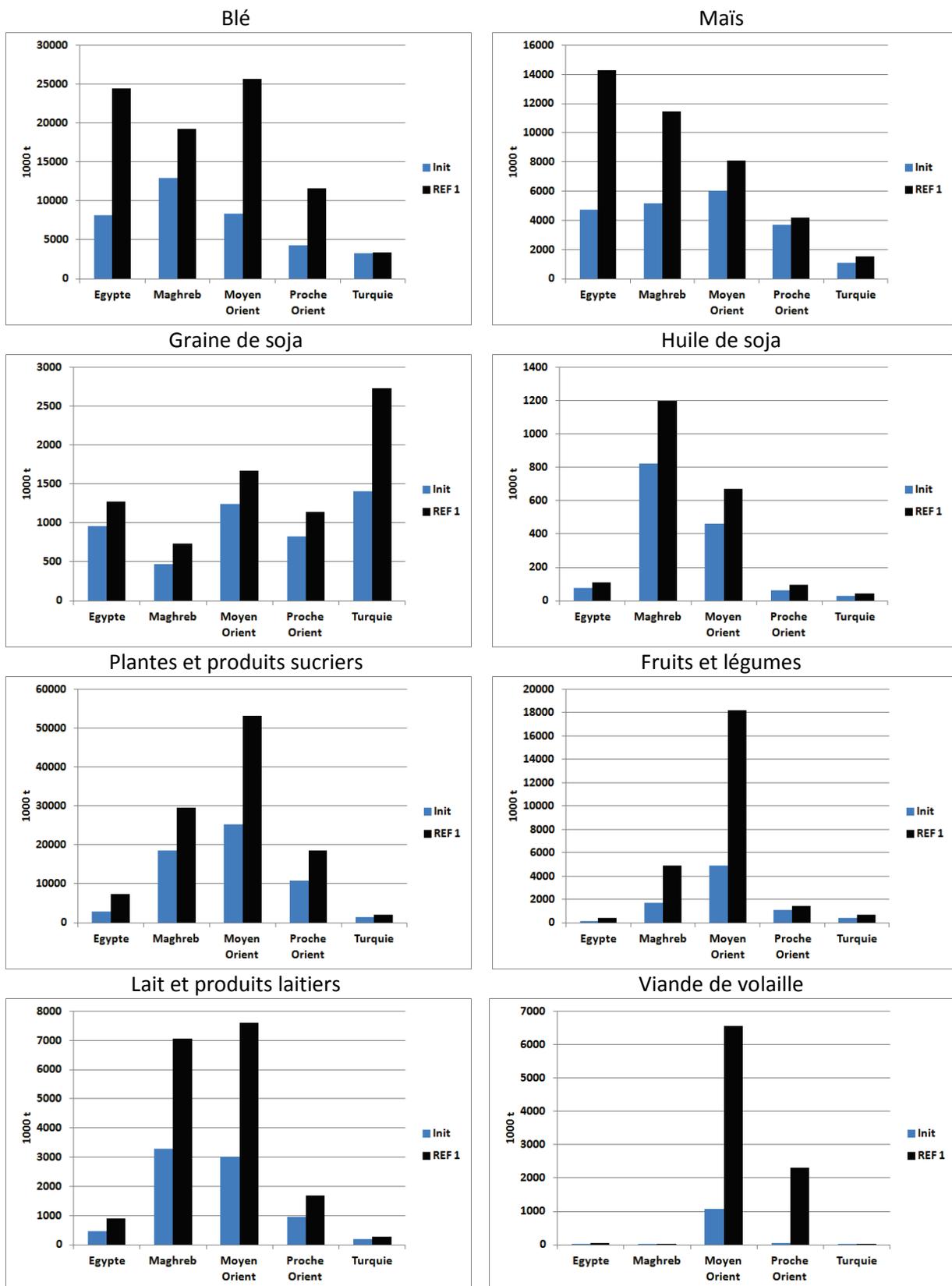
2.2.6. Une croissance relativement limitée des surfaces en pâtures

Dans notre scénario de référence 1, si la surface cultivée en cultures arables et permanentes est contrainte au niveau de la surface cultivable maximum, la surface en pâture s'ajuste, quant à elle, librement aux différents chocs. En outre, notre scénario de référence 1 fait l'hypothèse d'une évolution des rendements végétaux qui, pour une grande majorité des cultures arables et permanentes considérées dans *GlobAgri-Pluriagri*, est orientée à la hausse, ce qui va dans le sens d'une économie de surface, toute chose étant égale par ailleurs. Ce n'est pas le cas pour l'herbe, « produite » sur les surfaces en pâtures, dont le rendement à l'hectare est supposé constant dans toutes les régions du modèle.⁴¹

Ainsi, un certain nombre de mécanismes portés par le scénario de référence 1 qui, dans le cas des cultures arables et permanentes, jouent dans le sens d'une limitation de l'expansion des surfaces cultivées, ne s'appliquent pas à l'herbe et ne sont pas actifs pour ce qui concerne les surfaces en pâtures. Or, comme on l'a montré précédemment, pour la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses 5 sous-régions, le scénario de référence 1 implique un accroissement conséquent des besoins alimentaires domestiques induisant un accroissement significatif des surfaces cultivées requises. Les besoins alimentaires intégrant les produits animaux, en particulier ceux issus des ruminants, ce même choc entraîne un effet analogue sur les surfaces en pâtures. Dans le cas des produits végétaux hors herbe, l'amélioration des rendements à l'hectare limite l'expansion des surfaces cultivées requises. Ce levier ne jouant pas sur l'herbe, on n'observe pas cet effet modérateur en ce qui concerne les surfaces en pâtures.

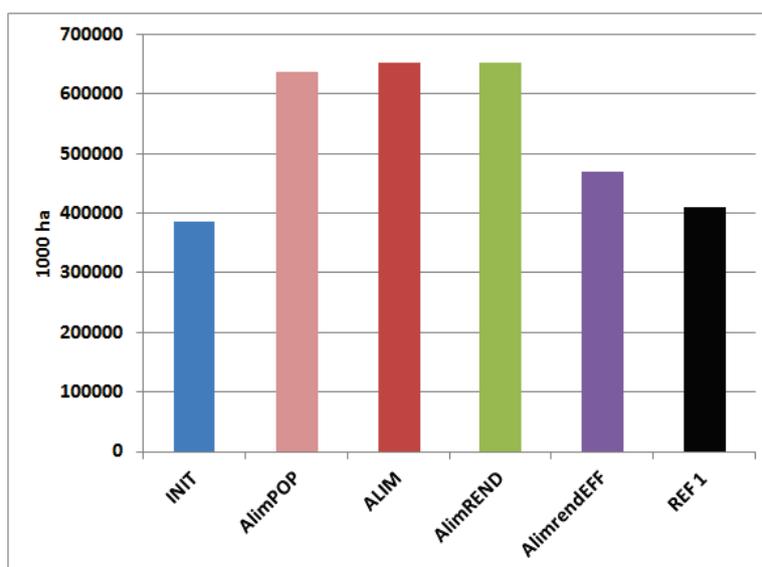
⁴¹ Ce que l'on nomme ici, de manière abusive, rendement à l'hectare de l'herbe ne correspond pas exactement à ce que l'on a l'habitude d'appeler un rendement à l'hectare. Dans l'outil *GlobAgri*, ce « rendement » est en effet calculé en divisant une quantité d'herbe ingérée par les animaux à la surface dont provient cette herbe. Ce rendement ne confronte donc pas, comme dans le cas usuel, une quantité produite à la surface correspondante mais une quantité ingérée par des animaux à la surface correspondante. Pour plus de détails sur ce point, cf. Dumas (2014).

Figure 3.9 – Volumes importés de quelques produits dans les 5 sous-régions (milliers de tonnes)



C'est ce qu'illustre la figure 3.10. Pour la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble, le scénario ALIM entraîne une augmentation de 266 millions d'hectares de la surface en pâtures, celle-ci passant de 387 millions d'hectares dans la situation initiale (INIT) à 652 millions d'hectares à l'issue du scénario ALIM, soit une augmentation de 69 %. L'application du scénario AlimREND n'a aucun impact sur la surface en pâtures puisqu'il laisse le rendement à l'hectare de l'herbe constant par rapport à la situation initiale. Le graphique 3.10 indique en revanche que, comme dans le cas des surfaces cultivées, l'hypothèse de la part constante des systèmes pastoraux dans la production des ruminants associée à l'hypothèse d'amélioration de l'efficacité des systèmes animaux en général, diminue le besoin de pâtures, toute chose égales par ailleurs : dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, le scénario AlimrendEFF induit ainsi une réduction de 182 millions d'hectares de la surface en pâtures par rapport à son niveau issu du scénario AlimREND. Cette réduction est nettement plus marquée que celle enregistrée par la surface cultivée (respectivement, -28 % *versus* -7,7 %), du fait de la place prépondérante de l'herbe par rapport aux concentrés dans les rations des systèmes extensifs d'élevage de ruminants, d'une part, et de l'hypothèse de projection des rendements animaux portée par les scénarios de référence d'autre part, dont un volet revient à diminuer la part des systèmes pastoraux relativement aux systèmes mixtes et va donc dans le sens d'une moindre utilisation de pâture en termes relatifs par rapport aux cultures dans l'alimentation animale des ruminants, toute chose égale par ailleurs.

Figure 3.10. Surface en pâtures dans la situation initiale (INIT) et à l'issue de chaque scénario, région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble (milliers d'hectares)



Au total, le scénario de référence 1 conduirait à une expansion de la surface en pâtures de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient de 24 millions d'hectares, soit une augmentation de 6,1 % par rapport à la situation initiale.⁴² Cette évolution résulte, pour la plus grande part, de l'augmentation de la production de lait et de produits laitiers de la région constatée à l'issue du scénario de référence 1 relativement à la situation initiale. Le scénario de référence 1 conduisant dans le même temps à une réduction de 10 millions d'hectares de la surface cultivée en cultures arables et permanentes, ces 24 millions d'hectares de pâtures supplémentaires pourraient s'établir, partiellement ou totalement, sur des surfaces anciennement cultivées. Ils pourraient également s'établir, partiellement ou totalement, sur des surfaces auparavant destinées à un usage non-agricole. L'examen de l'évolution des surfaces en pâtures et des surfaces cultivées dans les 5 sous-

⁴² Pour mémoire, l'analyse rétrospective rapportée au chapitre 1 montre que les surfaces en pâtures de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient se sont agrandies de +27% entre 1961 et 2011.

régions de la zone Afrique du Nord – Moyen-Orient indique que les pâtures s'étendent dans toutes les sous-régions excepté le Moyen-Orient (où leur surface diminue de 8 % dans le scénario de référence 1 par rapport à la situation initiale). En Egypte et au Proche-Orient, sous-régions contraintes sur leurs surfaces cultivées, l'expansion des pâtures n'est donc possible que sur des surfaces non-agricoles. Au Maghreb, l'expansion des pâtures (+24 % par rapport à 2007-09) est possible pour partie sur les surfaces cultivées libérées à l'issue du scénario de référence 1 et pour partie sur des surfaces non-agricoles. En Turquie enfin, la totalité de l'expansion des surfaces en pâtures (+9 %) pourrait concerner des surfaces cultivées libérées. Rappelons ici néanmoins que si le Maghreb et la Turquie utilisaient la totalité de leurs surfaces cultivables (comme nous le supposons dans notre calcul ex-post de la dépendance nette aux importations de la région), l'expansion de leurs surfaces en pâtures devrait se faire en totalité sur des surfaces non-agricoles.

2.2.7. Une amélioration de la productivité du travail agricole

Dans ce qui suit, nous avons tenté de mesurer la productivité du travail agricole de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et de ses sous-régions en kilocalories produites par actif agricole et par jour. Idéalement, notre indicateur devrait considérer, pour chaque zone géographique, la quantité de kilocalories produites nette de la quantité de kilocalories domestiques utilisées en intra-consommation par le secteur agricole lui-même (par exemple, la quantité de kilocalories domestiques utilisées en alimentation animale). Pour calculer cette production nette de kilocalories par zone géographique, il faudrait être en mesure de distinguer dans la quantité totale de kilocalories utilisées en intra-consommation par le secteur agricole, la part produite sur le sol domestique et la part importée en provenance de l'étranger. L'information fournie par la base *GlobAgri* ne permet pas d'effectuer cette distinction : elle fournit la quantité totale de kilocalories utilisées en intra-consommation et la quantité totale de kilocalories importées, ces importations pouvant aussi bien être destinées à la consommation finale de la zone qu'à l'intra-consommation de son secteur agricole.

Pour contourner cette difficulté, nous avons choisi de raisonner sur la base de la quantité totale de kilocalories végétales produites par chaque zone géographique. Nous évitons ainsi d'intégrer dans notre calcul de productivité les calories animales produites à partir de calories végétales domestiques mais, de ce fait, notre indicateur de productivité du travail agricole est biaisé. Ce biais est gênant si l'on s'intéresse au niveau de la productivité du travail agricole mais il l'est beaucoup moins si l'on se concentre sur son évolution suite à l'application d'un scénario, comme nous allons le faire ici.

La figure 3.11 rapporte les niveaux de productivité du travail agricole, mesurée en kilocalories végétales produites par actif agricole et par jour, pour la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses 5 sous-régions, dans la situation initiale et à l'issue du scénario de référence 1.

Rappelons ici que, pour calculer la productivité du travail agricole à l'horizon 2050 pour une région donnée, nous utilisons au numérateur la production de kilocalories végétales de cette région simulée à 2050 avec *GlobAgri-Pluriagri* et au dénominateur la projection linéaire à 2050 de la population active agricole, sur la base de la tendance observée des 30 dernières années (données *FAOStat*). Cette projection implique une augmentation de la population active agricole de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble : la population active agricole augmente par rapport à son niveau initial au Maghreb, au Moyen-Orient et au Proche-Orient ; elle diminue en Egypte et en Turquie.

- enregistre une amélioration de ses rendements végétaux à l'hectare plutôt optimiste qui laisse présager peu de marge de manœuvre si les conditions pédoclimatiques de la région venaient à se dégrader (du fait des effets du changement climatique et d'une disponibilité réduite en eau d'irrigation notamment), empêchant ou freinant ce mouvement positif des rendements ;
- enregistre une amélioration de ses rendements animaux relativement conservatrice qui ouvre quelques marges de manœuvre si le progrès technique et certains changements de pratiques permettaient une accélération de ce mouvement d'amélioration des rendements ;
- accroît la productivité de son travail agricole, en particulier si le développement économique de la zone se traduit par une amélioration des opportunités d'emplois dans les secteurs secondaire et tertiaire conduisant à une diminution de la population active agricole.

Enfin, deux régions, le Maghreb et la Turquie, se distinguent à l'issue de ce scénario de par leurs ressources potentielles en surfaces cultivables. L'exploitation de l'ensemble des surfaces cultivables disponibles à l'horizon 2050 pourrait changer la donne pour ces deux pays, surtout pour la Turquie, qui pourrait ainsi renverser sa situation et devenir exportatrice nette et apparaître comme un « fournisseur » potentiel de certains produits agricoles pour la région dans son ensemble.

3. Un scénario tendanciel avec accentuation des impacts du changement climatique (« Tendanciel avec accentuation CC » ou « Référence 2 »)

3.1. Hypothèses spécifiques relatives aux rendements végétaux et aux surfaces cultivables

Fondé sur des projections de tendances, le scénario de référence 1 inclut les effets du changement climatique qui a été l'œuvre au cours des 20 dernières années. Ces effets ont encore été faiblement ressentis et l'on peut considérer que notre scénario de référence 1 se rapporte à un contexte de changement climatique très modéré à l'horizon 2050.

Or, les travaux du GIEC tendent à montrer, d'une part, que le réchauffement climatique et ses effets devraient s'accélérer dans les décennies à venir et, d'autre part, que la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, et en particulier sa sous-région maghrébine, devrait être particulièrement touchée par les effets du changement climatique (IPCC, 2013 ; Niang *et al.*, 2014). Il nous a donc semblé indispensable de construire un second scénario de référence, « Référence 2 », portant un contexte climatique plus difficile pour la région Afrique du Nord – Moyen-Orient.

Ainsi, dans le scénario de référence 2, on fait l'hypothèse d'un changement climatique plus marqué que dans le scénario de référence 1, qui se traduit :

- par une baisse des rendements des productions végétales projetés à 2050 par rapport à leurs niveaux dans le premier scénario de référence ;
- par une réduction des surfaces cultivables, compte tenu des conséquences que les évolutions des précipitations pourraient avoir sur la ressource en eau de surface et sa disponibilité et sur la dégradation des sols.

Pour quantifier ces nouvelles hypothèses, tant sur les rendements que sur les surfaces cultivables, nous nous appuyons sur des travaux existants, en cohérence avec les choix faits dans le cadre de la prospective en cours *Agrimonde-Terra*, menée par l'Inra et le Cirad.

Il existe pléthore de travaux visant à évaluer l'impact du changement climatique sur les rendements à l'hectare des productions végétales. En revanche, peu de travaux visant à mesurer l'impact du

changement climatique sur les surfaces cultivables sont disponibles. La plupart des travaux existant utilisent dans leurs évaluations : les scénarios de changement climatique proposés par le GIECC ⁴³, des modèles de climat, des modèles de cultures, des données (le plus souvent géo-référencées) sur le climat, les sols, les couvertures et les usages des terres, etc.

A l'issue d'une revue de la littérature, réalisée dans le cadre d'*Agrimonde-Terra* (Brunelle, 2014), deux travaux sont apparus particulièrement intéressants : celui de Müller et Robertson (2014), réalisé dans le cadre du projet AgMIP ⁴⁴, qui mesure l'impact du scénario RCP8.5 sur les rendements à travers le monde d'une quinzaine de produits végétaux ; celui de Zabel *et al.* (2014) qui évalue l'impact du scénario SRES A1B sur les surfaces cultivables à travers le monde. ⁴⁵

Ce sont ces deux travaux que nous utilisons ici pour quantifier les hypothèses d'évolution des rendements végétaux et celles d'évolution des surfaces cultivables dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses 5 sous-régions. A la différence du scénario « Référence 1 », notre scénario « Référence 2 » se rapporte donc à un contexte de changement climatique marqué puisqu'il utilise des impacts évalués de scénarios climatiques du GIEC portant un réchauffement significatif d'ici 2100. En outre, dans leurs évaluations, Müller et Robertson (2014) adoptent l'hypothèse la moins favorable d'une absence d'effet positif éventuel de l'augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère sur la productivité des cultures.

3.1.1. Des évolutions des rendements des productions végétales à l'horizon 2050, en moyenne, moins favorables que dans le scénario de référence 1

L'adaptation des résultats de Müller et Robertson (2014) à la nomenclature géographique et produits de *GlobAgri-Pluriagri* conduit aux écarts de rendements végétaux projetés à 2050 entre les scénarios de référence 1 et 2 rapportés dans le tableau 3.9.

⁴³ Ces scénarios ont changé entre le 4^{ème} et le 5^{ème} rapport du GIECC. Dans le 4^{ème} rapport, le GIECC proposait 3 scénarios dits « SRES » (*Special Report on Emission Scenarios*) : B1, A1B, A2 qui reposaient sur des trajectoires de développement économique, conduisant à différentes trajectoires d'émissions et de concentration dans l'atmosphère de CO₂, générant des trajectoires différenciées de changement climatique. Dans le 5^{ème} rapport, le GIEC abandonne les scénarios SRES et travaille avec 4 scénarios dits « RCP » (*Representative Concentration Pathways*) : RCP2.6, RCP4.5, RCP6 et RCP8.5 qui proposent des trajectoires d'émissions et de concentration dans l'atmosphère de CO₂ plus différenciées, sans chercher à déterminer les trajectoires de développement économique sous-jacentes, et qui conduisent également à des trajectoires différenciées de changement climatique. Il existe toutefois des correspondances entre les scénarios SRES et les scénarios RCP, illustrées graphiquement dans le chapitre 12 de IPCC (2013, p. 1046). Les écarts entre ces deux types de scénarios sont relativement limités à l'horizon 2050, mais nettement plus marqués à un horizon plus lointain. De manière très simple, le scénario RCP2.6 est celui qui conduit aux effets du changement climatique les plus faibles en termes de températures moyennes et de précipitations, tandis que le scénario RCP8.5 est celui qui conduit aux effets les plus marqués. Le RCP8.5 est relativement proche, du moins à l'horizon 2050, du scénario SRES A1B. Pour plus de détails sur ces scénarios et leurs conséquences climatiques, cf. IPCC (2013).

⁴⁴ *The Agricultural Model inter-comparison and Improvement Project* : <http://www.agmip.org/>

⁴⁵ Nous tenons à remercier ici Christoph Müller qui a accepté de mettre à la disposition de l'équipe-projet *Agrimonde-terra* les résultats détaillés de la publication Müller et Robertson (2014).

Tableau 3.9 – Variation en pourcentage entre les rendements projetés à 2050 dans le scénario « Référence 2 » par rapport au scénario « Référence 1 » pour les cultures principales des 5 sous-régions

	Egypte	Maghreb	Moyen- Orient	Proche- Orient	Turquie
Coton	0 %	n.s.	n.s.	-9%	-13%
Fruits & Légumes	0%	-14%	-10%	-10%	-13%
Maïs	0%	n.s.	n.s.	n.s.	-8%
Olives	n.s.	-16%	n.s.	-10%	-13%
Autres céréales	0%	-15%	-9%	-7%	-12%
Autres oléagineux	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Autres produits végétaux	n.s.	-14%	-10%	-9%	-13%
Légumineuses	n.s.	-10%	-10%	-4%	4%
Colza	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Riz	0%	n.s.	-11%	n.s.	-11%
Racines & Tubercules	0%	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Soja	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Plantes et produits sucriers	0%	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Tournesol	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-9%
Blé	0%	-15%	-11%	-10%	-12%

n.s. : non significatif ; surface inférieure à 2% de la surface cultivée

Ce tableau fait ressortir 3 points essentiels :

- Müller et Robertson (2014) raisonnent à disponibilité en eau d'irrigation illimitée. Ils obtiennent ainsi de faibles impacts de leur scénario climatique sur les rendements en agriculture irriguée. Pour simplifier, nous avons considéré que les rendements en agriculture irriguée restaient inchangés entre les scénarios de référence 1 et 2. L'agriculture égyptienne étant en quasi-totalité une agriculture irriguée, ses rendements végétaux restent les mêmes dans nos deux scénarios de référence. Cette hypothèse, forte, suppose que l'Égypte poursuit son effort de recherche et de mobilisation de nouvelles ressources en eau (dessalement de l'eau de mer, ré-utilisation des eaux usées, etc.) et surtout d'investissement dans l'amélioration de la gestion de l'eau en irrigation, un tiers de l'eau d'irrigation utilisée étant actuellement considérée comme superflue par rapport aux besoins réels des cultures (Mutin, 2006). Cependant, les ressources alternatives en eau ne sauraient être une panacée – on considère qu'au maximum les ressources en eau non conventionnelles pourraient fournir 8 % de la demande en 2025 (CIHEAM, 2007), tandis que l'utilisation des eaux de drainages, déjà largement développée, n'offrirait plus de marges de progression (Mutin, 2006). Par ailleurs, cette hypothèse suppose que l'Égypte pourrait continuer à utiliser 75 % du débit du Nil comme à l'heure actuelle, or les projets d'irrigation à grande échelle des pays en amont du Nil se concrétisent. L'Ouganda, la Tanzanie et le Kenya, qui entourent le Lac Victoria où le Nil blanc prend sa source, prospectent actuellement auprès de bailleurs de fonds internationaux des projets d'irrigation à partir du Lac Victoria. Si ces projets se réalisent, une des principales sources du Nil serait mise en cause. S'ajoutent à cette incertitude les projets d'irrigation de l'Éthiopie (qui contribue à 80 % du débit du Nil mais en prélève moins de 0,5 %) et du Soudan, notamment financés par les Etats du Golfe, qui pourraient s'approprier, une fois ces projets mis en place, entre 15 et 50 % du débit du Nil au détriment de l'Égypte (Mutin, 2006 ; Blanc *et al.*, 2015). Dans un contexte de changement climatique plus marqué, la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions pourraient subir des pertes de rendements significatives : de - 10 % à - 20 % par rapport à une situation de changement climatique très modéré, pour un grand nombre de cultures dans les 5 sous-régions.

- Le Maghreb serait la sous-région la plus touchée par une accélération du changement climatique. Cette sous-région enregistrerait en effet les variations de rendements les plus marquées entre les deux scénarios de référence.

Tableau 3.10 – Rendements des produits végétaux dans la situation initiale (2007/2009) et dans le scénario « Référence 2 » (tonne/hectare)

	Egypte		Maghreb		Moyen-Orient		Proche-Orient		Turquie	
	Init	REF 2	Init	REF 2	Init	REF 2	Init	REF 2	Init	REF 2
Coton	2,5	3,3	0,8	0,6	2,3	2,0	3,9	3,5	4,0	4,3
Fruits & Légumes	24,0	31,1	11,8	18,4	14,7	15,1	19,3	24,0	18,7	23,1
Maïs	7,9	10,9	0,6	1,0	6,5	9,8	5,4	7,5	7,1	10,9
Olives	10,7	10,5	0,7	0,9	1,5	1,7	1,2	2,1	1,7	2,3
Autres céréales	3,9	2,9	0,8	1,6	1,6	2,1	0,5	0,3	2,2	3,2
Autres oléagineux	2,0	2,6	1,3	2,2	0,9	1,1	2,1	3,4	1,2	1,9
Autres produits végétaux	2,0	2,4	0,6	0,6	1,6	2,1	1,4	1,2	1,8	1,6
Légumineuses	3,2	3,2	0,7	1,1	0,7	1,3	0,9	-	1,2	2,7
Colza	-	-	1,8	1,8	2,1	1,8	-	-	3,2	3,0
Riz	9,7	11,2	5,1	8,0	4,2	6,1	-	-	7,4	9,2
Racines et Tubercules	26,3	32,2	23,0	42,0	25,0	27,3	25,3	29,8	28,9	36,1
Soja	3,3	2,9	1,0	0,9	2,4	2,2	1,7	1,8	3,6	4,1
Plantes sucrières	88,5	104,8	54,9	105,5	45,2	88,0	44,5	58,2	47,9	54,9
Tournesol	2,5	2,6	1,1	1,0	0,7	1,4	2,5	2,5	1,7	3,3
Blé	6,4	9,3	1,4	2,7	2,1	2,7	2,1	2,0	2,3	3,5

Le tableau 3.9 fournit les écarts entre les rendements projetés à 2050 entre le scénario de référence 1 et le scénario de référence 2. Dans la plupart des cas, les rendements projetés à 2050 dans le scénario de référence 2 sont significativement inférieurs à ceux correspondant dans le scénario de référence 1. Il est important de souligner néanmoins que cela ne signifie pas que les rendements projetés à 2050 dans le scénario de référence 2 sont inférieurs aux rendements de la situation initiale 2007-2009. Dans la plupart des sous-régions et pour la plupart des produits en effet, les rendements végétaux continuent d'augmenter dans le scénario de référence 2 par rapport à leur niveau initial (tab. 3.10).

3.1.2. Des surfaces cultivables qui se réduisent

Selon les résultats de Zabel *et al.* (2014), adaptés à la nomenclature géographique de *GlobAgri-Pluriagri*, un contexte climatique moins favorable que celui du scénario de référence 1 pourrait entraîner une réduction de 14 %, soit près de 12 millions d'hectares, de la surface cultivable de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient à l'horizon 2050 (tab. 3.11). Cette région étant déjà fortement contrainte par ses terres cultivables dans le scénario de référence 1, le contexte climatique moins favorable du scénario de référence 2, risque d'accroître fortement cette contrainte rendant la situation du système agricole et alimentaire de la région particulièrement difficile.

Tableau 3.11 – Surfaces cultivables en 2050 dans les scénarios « Référence 1 » et « Référence 2 »
(milliers d’hectares)

	Surfaces cultivables REF1	Surfaces cultivables REF2	Différence (1000 ha)	Différence (%)
Egypte	3 578	3 578	0	0%
Maghreb	27 949	13 919	-14 030	-50%
Moyen-Orient	21 538	21 775	237	1%
Proche-Orient	6 483	4 934	-1 549	-24%
Turquie	24 625	28 220	3 595	15%
Ensemble	84 173	72 425	-11 748	-14%

Comme Müller et Robertson (2014), Zabel *et al.* (2014) font l’hypothèse d’un maintien de la disponibilité en eau d’irrigation, si bien que l’agriculture irriguée de l’Egypte verrait sa surface cultivable inchangée en cas de changement climatique plus marqué. Cette hypothèse n’inclut cependant pas les prévisions concernant l’impact de l’élévation des océans sur les surfaces cultivables, qui pourraient être majeurs pour le delta du Nil, principale zone de production agricole de l’Egypte. Une élévation du niveau des océans d’un mètre ferait perdre à l’agriculture égyptienne 12,5 % de ses terres cultivables, perte allant jusqu’à 35 % dans le cas d’une élévation de 5 mètres (Dasgupta *et al.*, 2007), et sans prendre en compte les effets de l’augmentation de la salinité des terres émergées par infiltration et résurgence de l’eau de mer sur des surfaces bien plus importantes.

En revanche, le Maghreb serait la sous-région la plus défavorablement impactée en cas de changement climatique plus sévère, perdant la moitié de ses surfaces cultivables à l’horizon 2050. Le Proche-Orient subirait également une perte de surfaces cultivables : - 25 % à l’horizon 2050.

A l’inverse, selon les résultats de Zabel *et al.* (2014), deux sous-régions pourraient bénéficier d’un changement climatique plus marqué, voyant dans ce cas leurs surfaces cultivables augmenter. C’est le cas du Moyen-Orient, mais le gain de surface dans ce cas (+ 1 %, soit 237 000 hectares) peut difficilement être considéré comme un gain significatif. On peut sans doute admettre que, dans un contexte climatique moins favorable, le Moyen-Orient parviendrait à maintenir sa surface cultivée. De son côté, la Turquie, compte tenu de ses caractéristiques géographiques (position plus septentrionale, relief montagneux, hydrographie, notamment), pourrait voir ses surfaces cultivables s’étendre de manière notable en cas de changement climatique plus marqué : + 15 % à l’horizon 2050, soit 3,6 millions d’hectares.

* *

*

Au total, le scénario de référence 2, comparativement au scénario de référence 1, devrait conduire à renforcer la contrainte sur les surfaces dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient sous le double effet de rendements végétaux en moyenne moins favorables et d’une réduction significative des surfaces cultivables. La région Afrique du Nord – Moyen-Orient, déjà fortement contrainte sur ses surfaces dans le scénario de référence 1, devrait faire face à une situation encore plus difficile, se voyant forcée d’accroître encore sa dépendance aux importations pour son alimentation.

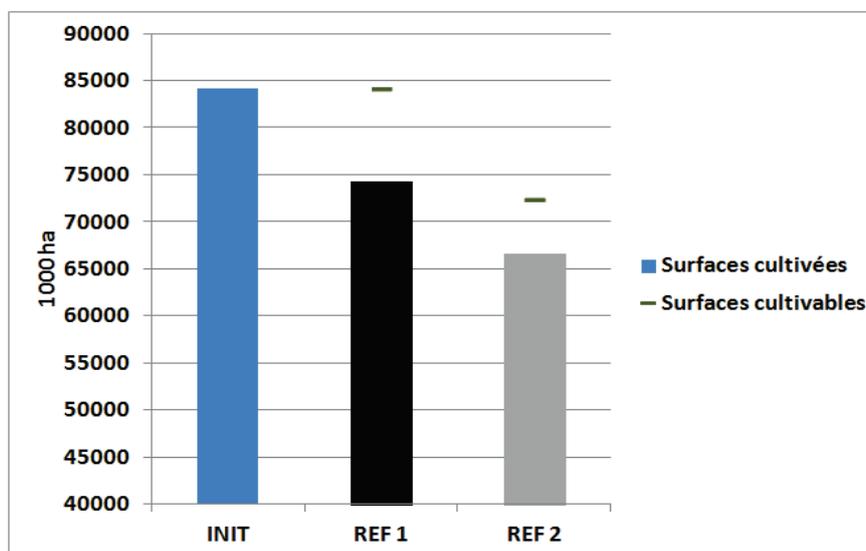
En second lieu, le scénario de référence 2 devrait renforcer les écarts entre sous-régions, tant en termes de rendements végétaux qu’en termes de surfaces cultivables, l’impact du changement climatique induit par ce scénario étant assez fortement différencié d’une sous-région à l’autre.

3.2. Résultats de simulations du scénario de référence « Référence 2 »

3.2.1. Une réduction des surfaces cultivées du fait du durcissement de la contrainte de surface cultivable au Maghreb et au Proche-Orient

Sans surprise, du fait du durcissement de la contrainte de surface cultivable au Proche-Orient mais surtout au Maghreb, et en dépit du desserrement de cette contrainte en Turquie, la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble voit sa surface cultivée se réduire entre le scénario de référence 1 et le scénario de référence 2 (fig. 3.12). Si la surface cultivée de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient comptait 74 millions d’hectares dans le scénario de référence 1 (REF 1), elle s’établit à 67 millions d’hectares dans le scénario de référence (REF 2), soit une baisse de 10 %.

Figure 3.12 – Surfaces cultivée et cultivable en cultures arables et permanentes dans la situation initiale (INIT) et à l’issue des scénarios de référence 1 (REF1) et 2 (REF 2), région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble (milliers d’hectares)

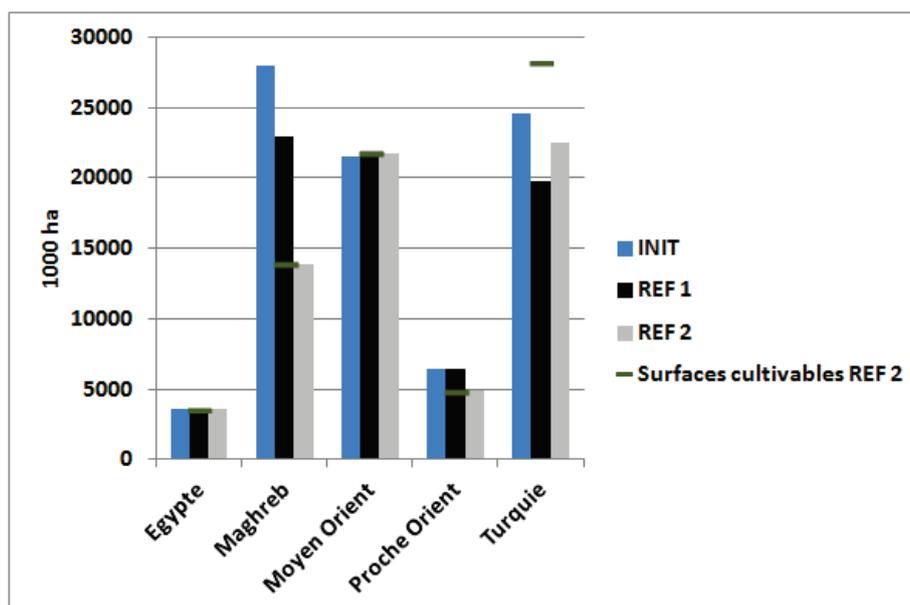


3.2.2. Le Maghreb, dont la surface cultivable est fortement réduite, vient s’ajouter aux sous-régions qui saturent leur contrainte de surface

A l’issue du scénario de référence 1, l’Egypte, le Moyen-Orient et le Proche-Orient saturent leur contrainte de surface cultivable. Dans le scénario de référence 2, les surfaces cultivables de l’Egypte et du Moyen-Orient restent inchangées ou quasiment inchangées, tandis que celle du Proche-Orient est réduite. Les 3 sous-régions continuent donc de saturer leur contrainte de surface dans le scénario de référence 2, celle du Proche-Orient étant en outre renforcée. Le fait nouveau dans le scénario de référence 2 est que le Maghreb, qui perd 50 % de sa surface cultivable par rapport au scénario précédent, est maintenant largement contraint et sature aussi sa contrainte de surface.

Dans la figure 3.13, les barres grises représentent les niveaux des surfaces cultivées en 2050 à l’issue du scénario de référence 2 (REF2). Pour les 4 premières sous-régions, elles correspondent à leur contrainte de surface cultivable. En ce qui concerne l’Egypte et le Moyen-Orient, les surfaces cultivées à l’issue du scénario de référence 2 sont égales ou quasiment égales à celles induites par le scénario de référence 1. Pour ces deux sous-régions donc, un contexte de changement climatique plus marqué ne modifierait pas fondamentalement leur situation. Ce n’est pas le cas du Proche-Orient et surtout du Maghreb qui voient leur contrainte de surface cultivable se durcir et sont forcées de diminuer leur surface cultivée par rapport à leur niveau dans le scénario de référence 1. Dans le cas du Maghreb cette réduction est drastique : de 23 à 14 millions d’hectares (soit - 39 %). Dans le cas du Proche-Orient, elle est plus limitée mais reste significative : de 6,5 à 4,9 millions d’hectares (- 24 %).

Figure 3.13 – Surfaces cultivée et cultivable dans la situation initiale (INIT) et à l’issue des scénarios de référence 1 et 2, pour les 5 sous-régions (milliers d’hectares)



La Turquie, qui, déjà dans le scénario de référence 1, ne saturait pas sa contrainte de surface, voit celle-ci se desserrer dans le scénario de référence 2. Ainsi, la Turquie enregistre un élargissement de sa surface cultivée qui passe de 19,7 millions d’hectares dans le scénario de référence 1 à 22,5 millions d’hectares dans le scénario de référence 2 (soit + 14 %).

La Turquie se trouve donc, tout comme dans le scénario de référence 1, dans une situation particulière par rapport aux 4 autres sous-régions, disposant de terres agricoles cultivables non utilisées. Si, comme dans le scénario de référence 1, nous imaginons que la Turquie accroît sa production domestique pour utiliser la totalité de sa surface cultivable, lui permettant de réduire ses importations, elle pourrait mettre en culture 5,8 millions d’hectares supplémentaires qui lui fourniraient un surcroît de 26 % (en équivalent kilocalories) de production végétale. Cette option permettrait à la production végétale turque de dépasser de 19 % ses utilisations domestiques totales. Et la Turquie pourrait se trouver en situation d’exportateur net à l’issue du scénario de référence 2 (fig. 3.14).

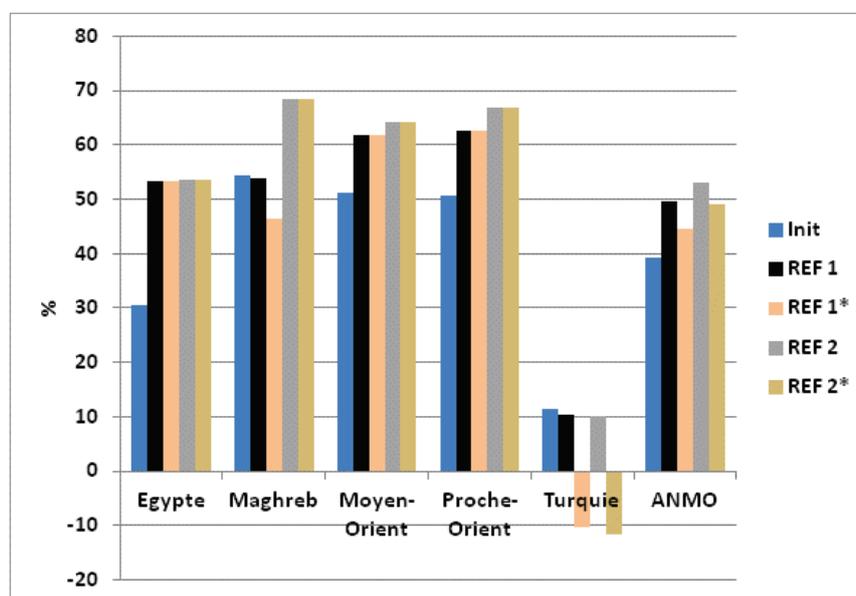
Parallèlement, les 4 sous-régions contraintes dans le scénario de référence 2 doivent accroître leurs volumes d’importations et leur dépendance pour respecter leur contrainte de surface.

3.2.3. La région ANMO dans son ensemble accroît encore sa dépendance aux importations, le Maghreb devenant très fortement dépendant

Le contexte climatique moins favorable porté par le scénario de référence 2, induit des rendements végétaux à 2050, le plus souvent, plus faibles et des surfaces cultivables plus restreintes dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. Le premier élément joue dans le sens d’un accroissement des besoins en surface à l’intérieur de la région, le second élément contribue à réduire l’offre de surface dans la région. Les deux éléments vont dans le sens d’un accroissement des importations de l’ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient afin d’économiser des surfaces intérieures.

Il n’est pas étonnant par conséquent que le scénario de référence 2 contribue à accroître encore la dépendance aux importations de l’ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient. C’est ce qu’illustre la figure 3.14, qui montre qu’à l’issue du scénario de référence 2, la dépendance nette de l’Afrique du Nord – Moyen-Orient est plus élevée de 3 points de pourcentage que dans le scénario de référence 1 (53 % *versus* 50 %).

Figure 3.14 – Dépendance nette aux importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses 5 sous-régions dans la situation initiale (INIT) et à l'issue des scénarios de référence 1 (REF 1) et 2 (REF 2) (part, %, des importations nettes dans les utilisations domestiques totales exprimées en kilocalories)



Logiquement, c'est la dépendance nette du Maghreb qui augmente le plus fortement, passant de 54 % dans le scénario de référence 1 à 69 % dans le scénario de référence 2. C'est un bond conséquent qui met cette sous-région dans une situation d'extrême dépendance aux importations pour son alimentation. Ce résultat illustre clairement l'impact négatif que pourrait avoir un changement climatique plus marqué au Maghreb, conduisant son système agricole et alimentaire à une situation difficile quant à son approvisionnement. Le Proche-Orient pourrait faire face à une situation similaire, avec une dépendance nette aux importations passant de 63 % à l'issue du scénario de référence 1 à 67 % dans le scénario de référence 2.

La dépendance nette du Moyen-Orient augmente également entre les deux scénarios de référence mais dans une moindre mesure : de 62 % dans le scénario de référence 1 à 64 % dans le scénario de référence 2, et ce en dépit du maintien voire de la légère augmentation de sa surface cultivable. Cet effet résulte en fait de la détérioration des rendements de certaines cultures, dans le scénario de référence 2, ce qui modifie les ajustements endogènes des coefficients de dépendance aux importations du Moyen-Orient et, par le jeu des contenus différenciés en kilocalories entre produits, entraîne un ajustement à la hausse de sa dépendance nette mesurée en kilocalories. Par ailleurs, rappelons que la taille des marchés mondiaux s'ajustant, les exportations des sous-régions varient également. Or, la dépendance nette est calculée comme la différence entre kilocalories importées et kilocalories exportées.

Enfin, l'Égypte et la Turquie voient, quant à elles, leur dépendance nette quasiment inchangée entre les deux scénarios de référence.

Au total, on voit ici clairement l'impact potentiel qu'un changement climatique plus marqué à l'horizon 2050 pourrait avoir pour la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions : à l'exception de la Turquie, des rendements végétaux évoluant moins favorablement et des surfaces cultivées réduites pourraient conduire le système agricole et alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans une situation de dépendance et de vulnérabilité très forte vis-à-vis de ses approvisionnements sur les marchés internationaux. La position de la région en termes de sécurité alimentaire pourrait alors être significativement grevée. C'est probablement la situation du Maghreb

et, dans une moindre mesure, du Proche-Orient qui est la plus préoccupante de ce point de vue, un changement climatique plus marqué ayant potentiellement des impacts négatifs très importants dans ces deux sous-régions.

Pour terminer, considérons le cas très spécifique de la Turquie. Contrairement aux autres sous-régions, un changement climatique plus marqué pourrait, selon les résultats de Zabel *et al.* (2014), accroître de manière notable sa surface cultivable, ce qui, en dépit de rendements végétaux moins favorables, pourrait permettre à la région turque de légèrement réduire sa dépendance aux importations (REF 2 relativement à REF 1), mais de consolider encore sa position d'exportateur net si elle exploitait la totalité de sa surface cultivable (REF 2* relativement à REF 1*) (fig 3.14). Dans ce dernier cas, la dépendance nette aux importations de l'ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient à l'issue du scénario de référence 2 repasserait en-dessous de la barre des 50 %.

3.2.4. Une dépendance aux importations fortement accrue pour le blé, les fruits et légumes, le lait et les produits laitiers et la viande de volaille

La figure 3.15 suggère que, face à une contrainte en terres cultivables qui se resserre entre les scénarios de référence 1 et 2, la région Afrique du Nord – Moyen-Orient réduit sa production de la quasi-totalité des produits, une bonne partie de l'ajustement portant à présent sur le lait et les produits laitiers et les fruits et légumes.

Les fruits et légumes occupent en effet de larges surfaces au Maghreb⁴⁶ où l'essentiel des ajustements a lieu. Réduire la production de 16 % dans le scénario de référence 2 relativement au scénario de référence 1 permet alors une économie notable de surface cultivée à l'intérieur de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient.⁴⁷ Il est à noter que la région Afrique du Nord – Moyen-Orient conservant, par hypothèse, sa part du marché mondial à l'exportation (cf. chapitre 2), ce sont en premier lieu les importations de la zone qui s'accroissent suite à la réduction de la production domestique.

Ce qui se passe du côté du lait et des produits laitiers illustre en fait l'ajustement général que l'on observe pour tous les produits animaux, et ce dans les 4 sous-régions qui saturent leur contrainte de surface. Là encore, le lait et les produits laitiers supportent une part essentielle des ajustements induits par le scénario de référence 2 car c'est une production importante au Maghreb. Dans le chapitre 1, on a montré que la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions avaient choisi, plutôt que d'importer des produits animaux, de développer un élevage intensif en interne, du moins pour ce qui concerne le lait et les produits laitiers et la viande de volaille. La figure 3.15 suggère que, lorsque la contrainte de surface se resserre, la région Afrique du Nord – Moyen-Orient est forcée de réduire sa production animale domestique afin de diminuer ses besoins en alimentation animale pour libérer des surfaces. Ainsi, le passage du scénario de référence 1 au scénario de référence 2 implique une diminution de 27 % de la production domestique de lait et de produits laitiers de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. Pour la viande de volaille, la réduction de production domestique s'élève à 15 %. Sur le graphique 3.15, ces diminutions de productions domestiques se traduisent par une réduction des utilisations domestiques totales de céréales.

Ainsi à l'issue du scénario de référence 2, le Maghreb et le Proche-Orient voient leurs volumes d'importation de fruits et légumes et de produits animaux exploser par rapport à leur niveau dans le scénario de référence 1 (fig. 3.16).

⁴⁶ Les fruits et légumes représentent 11% des surfaces récoltées au Maghreb dans la situation initiale 2007-2009 (contre 58% dédiés au blé et aux « autres céréales ») et 20% dans notre scénario de référence 1. Ils ne représentent plus que 9% de la surface récoltée à l'issue du scénario de référence 2 soit une réduction de 1,9 millions d'hectares récoltées entre les scénarios de référence 2 et 1.

⁴⁷ Notons que, pour le blé, la réduction de production correspondante s'élève aussi à - 16 %.

Les résultats du scénario de référence 2 font apparaître une augmentation de la dépendance aux importations surtout pour les produits animaux. Ils suggèrent qu'une trajectoire de changement climatique plus marquée d'ici 2050, telle que portée par le scénario de référence 2 relativement au scénario de référence 1, pourrait remettre en cause la stratégie de l'ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient et de ses sous-régions (à l'exception de la Turquie) de développer son propre élevage intensif reposant pour une large part de son alimentation sur des importations de produits végétaux en provenance de l'étranger.

Enfin, soulignons que la réduction de la production domestique de produits animaux libère également des surfaces en pâtures dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. Même si, sous nos hypothèses, les surfaces en pâture libérées ne peuvent pas être réallouées aux cultures arables et permanentes.

Figure 3.15 – Dépendance aux importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient pour quelques produits (utilisations domestiques totales, TOTUS, production domestique, PROD, importations brutes, IMPT, milliers de tonnes)

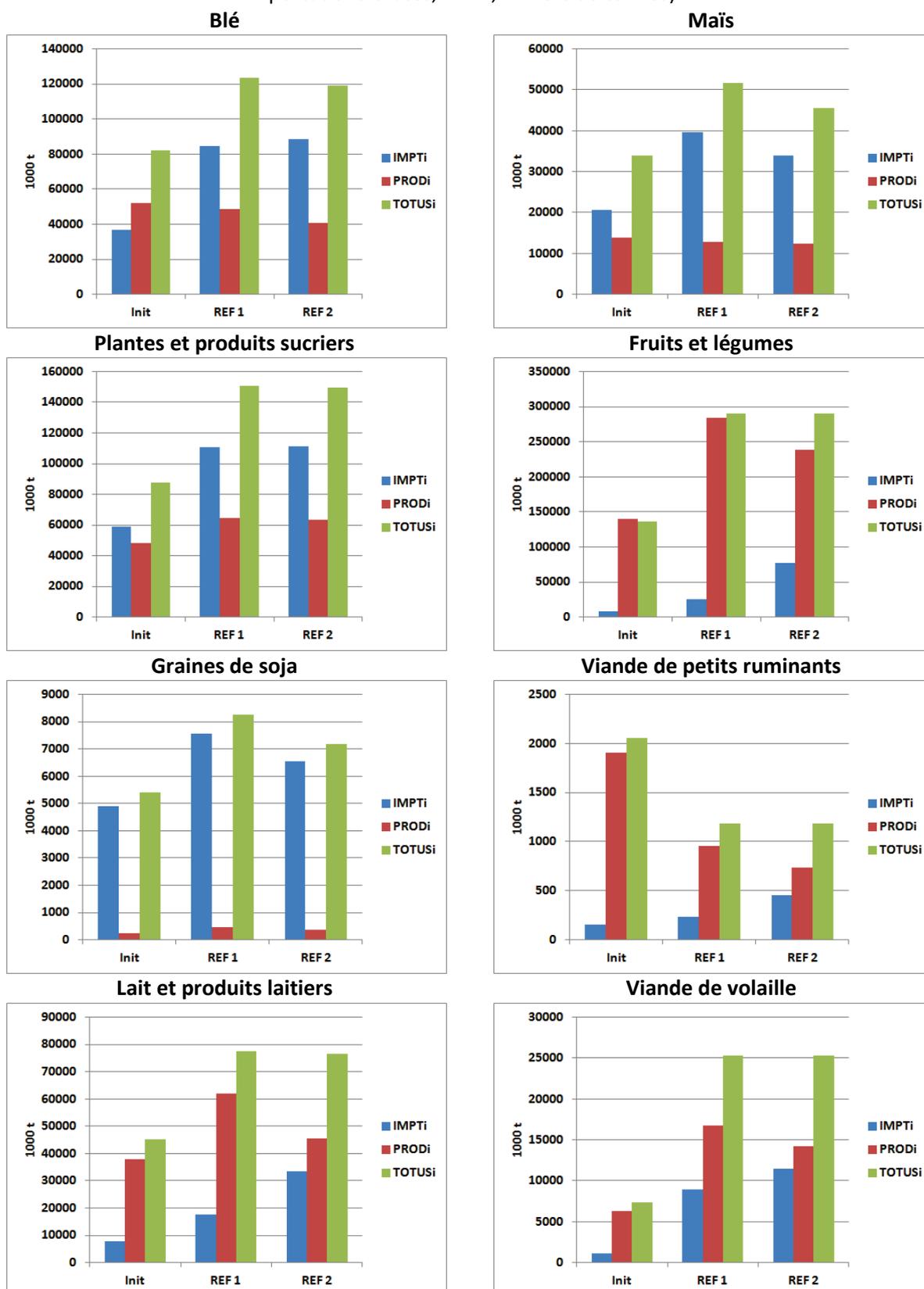
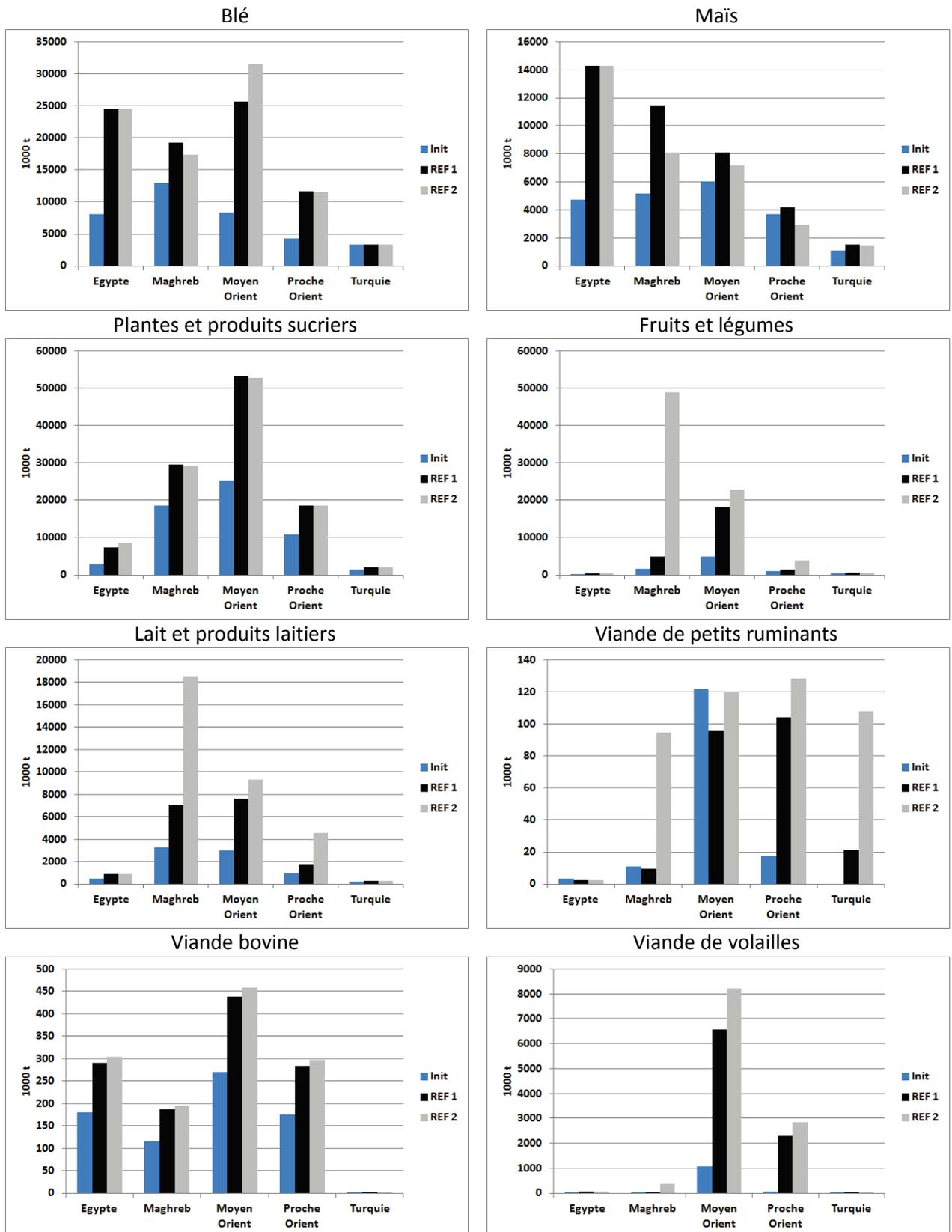


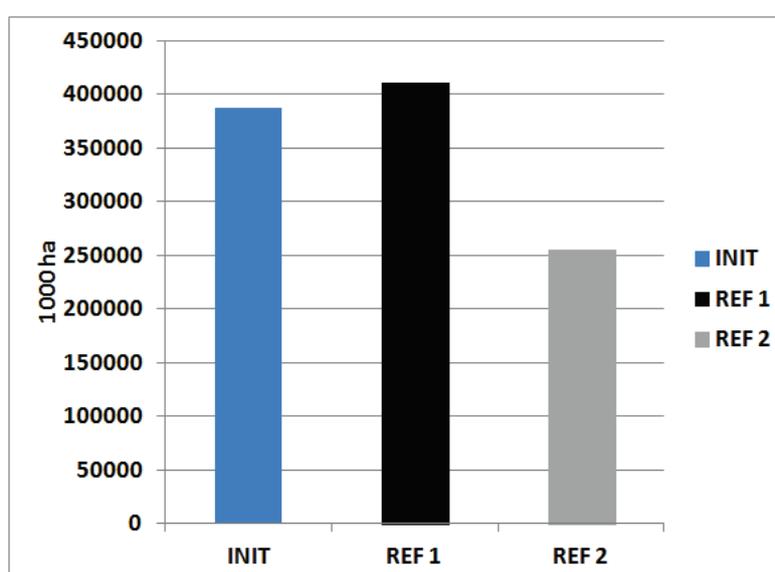
Figure 3.16 – Volumes importés de quelques produits dans les 5 sous-régions à l'issue des deux scénarios de référence (milliers de tonnes)



3.2.5. Une réduction significative des surfaces en pâture

Consécutivement à la réduction des productions domestiques de produits animaux, et en particulier des produits de l'élevage ruminants (lait et produits laitiers essentiellement), la surface en pâture de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient diminue de façon significative dans le scénario de référence 2 relativement au scénario de référence 1 : elle passe de 411 millions d'hectares à 255 millions d'hectares à l'horizon 2050 (fig. 3.17). Dans ce cas, la surface en pâture en 2050 est notablement inférieure à son niveau initial (387 millions d'hectares). L'ampleur de cette réduction des surfaces en pâture entre les deux scénarios de référence est à relier aux très faibles efficacités des systèmes de production de ruminants dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, en particulier au Maghreb (et dans une moindre mesure au Moyen-Orient) où l'essentiel des ajustements induits par le scénario de référence 2 a lieu.

Figure 3.17 – Surface en pâtures dans la situation initiale (INIT) et à l'issue des deux scénarios de référence, région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble (milliers d'hectares)



Soulignons ici que, même si ce résultat peut sembler abrupt, nous n'avons fait aucune hypothèse sur l'impact d'un changement climatique plus marqué sur les surfaces en pâture dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. Or, on peut imaginer qu'un contexte de changement climatique durci pourrait contribuer à la fois à raréfier les surfaces en pâture et à diminuer encore plus leur productivité. La réduction significative de la surface en pâture de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient à l'issue du scénario de référence 2 peut tout à fait illustrer ce mécanisme.

3.2.6. Une dégradation de la productivité du travail agricole

Le scénario de référence 2 conduit à une dégradation notable de la productivité du travail agricole pour la région Afrique du Nord-Moyen-Orient : elle diminue de 11 % entre le scénario de référence 1 et le scénario de référence 2 (fig. 3.18).

Ce résultat n'est pas étonnant dans la mesure où le scénario de référence 2 implique des évolutions des rendements végétaux et des surfaces cultivables dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient (en particulier au Maghreb) qui ampute significativement son potentiel de production, ce qui induit une contraction de la productivité du travail agricole à l'horizon 2050.

Sans surprise, c'est le Maghreb qui souffre le plus en termes de dégradation de la productivité du travail agricole dans le scénario de référence 2 : cette dernière est réduite de 44 % par rapport à son niveau correspondant dans le scénario de référence 1. La productivité du travail agricole diminue

la trajectoire du changement climatique à l'horizon 2050 retenu dans nos deux scénarios de référence. Enfin, à l'inverse des 4 autres sous-régions, la Turquie pourrait bénéficier d'un contexte de changement climatique durci tel que celui porté par le scénario de référence 2 qui étend sa surface cultivable.

Ce dernier résultat invite à poser la question de la sécurité alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient au niveau de la zone dans son ensemble plutôt qu'au niveau de ses 5 sous-régions. En d'autres termes, nos résultats interrogent sur l'opportunité de développer les échanges intra-zone (*via* la négociation d'un accord commercial régional notamment) pour faire face aux impacts négatifs d'un changement climatique marqué dans la région, la Turquie enregistrant une amélioration de son potentiel de production et pouvant, en partie au moins, compenser la perte de potentiel de production du Maghreb et, dans une moindre mesure, du Proche-Orient. Dans cette optique, la structure de la production agricole turque devrait probablement évoluer pour répondre aux besoins des autres sous-régions (et notamment du Maghreb et du Proche-Orient) : ces besoins, à l'issue du scénario de référence 2, portent surtout sur les fruits et légumes, le lait et les produits laitiers et la viande de volaille. Or, la Turquie est un exportateur faible de lait et produits laitiers et de viande de volaille.

Dans l'analyse de sensibilité du chapitre suivant, nous prenons comme point focal la situation de l'ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient et de ses sous-régions en 2050 à l'issue du scénario de référence 2 et nous examinons en quoi et dans quelle mesure cette situation change lorsque des hypothèses d'évolution alternatives sont posées, du côté de l'offre et/ou du côté de la demande. Nous avons choisi la situation correspondant au scénario tendanciel avec accentuation des impacts du changement climatique comme base de comparaison de l'analyse de sensibilité pour deux raisons : d'une part, le scénario tendanciel nous semblait porter une trajectoire de changement climatique trop modérée relativement aux projections les plus récentes du GIEC qui confortent la probabilité d'observer, dans les décennies à venir, une accélération du rythme du réchauffement climatique par rapport à la période passée ; d'autre part, il nous semblait plus utile à la réflexion de nous placer dans le contexte climatique le plus difficile pour la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et son système agricole et alimentaire.

Chapitre 4 : Hypothèses alternatives et analyse de sensibilité

Les scénarios alternatifs proposés ici visent, en introduisant une à une de nouvelles hypothèses portant sur les variables ou les paramètres d'entrée du modèle, à la fois à évaluer la robustesse des résultats et à analyser l'impact que pourraient avoir sur la région certaines ruptures ou améliorations du système envisageables. Un premier jeu d'hypothèses alternatives concerne l'évolution de l'offre domestique et donc l'évolution des conditions de la production agricole dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. Dans un deuxième jeu d'hypothèses, nous introduisons des modifications de certaines caractéristiques de la demande alimentaire, en niveau, au travers notamment d'évolutions démographiques différenciées, ainsi qu'en structure en modifiant les caractéristiques des régimes alimentaires. Dans un troisième jeu d'hypothèses, nous limitons les pertes et les gaspillages à la fois au niveau de la production et au niveau de la distribution et de la consommation. Pour chaque jeu d'hypothèses alternatives, les résultats sont analysés tant par rapport à la situation initiale qu'au regard des résultats du scénario de référence 2 incluant les effets d'un changement climatique marqué sur la région.

1. Des hypothèses d'évolution de l'offre domestique plus favorables

Dans le scénario de référence 2, nous faisons l'hypothèse d'un impact globalement négatif du changement climatique sur les rendements végétaux dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions. Or, plusieurs mécanismes pourraient contribuer à limiter cet impact négatif sur la productivité végétale, voire à le compenser :

- Le premier mécanisme relève des effets du changement climatique lui-même. En utilisant les résultats de Müller et Robertson (2014), nous faisons, comme eux, l'hypothèse d'une absence d'un éventuel effet positif résultant de l'augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère sur la productivité des cultures. Selon Müller et Robertson (2014), il existe une grande incertitude quant à l'ampleur d'un tel effet et il doit donc être considéré avec prudence. Toutefois, il est clair qu'un tel effet pourrait contribuer, sinon à compenser, du moins à limiter l'impact négatif du changement climatique dans la région.
- Le deuxième mécanisme a trait à ce que l'on a coutume d'appeler le « progrès technique » qui recouvre un ensemble de facteurs susceptibles d'améliorer la productivité des cultures : la disponibilité et la qualité des facteurs de production agricole (semences, intrants, irrigation, mécanisation, travail et capital humain), l'amélioration des pratiques et des technologies de production agricole. Dans ce cas et dans un contexte climatique donné, le progrès technique peut moduler à la hausse l'évolution des rendements à l'hectare des produits végétaux.
- Le troisième facteur a trait à la modification de la répartition des surfaces cultivées entre agriculture pluviale et agriculture irriguée, en faveur de la dernière. Dans un contexte de changement climatique marqué et sous l'hypothèse, que nous avons adoptée jusqu'à présent, d'une agriculture irriguée peu touchée par le changement climatique (*i.e.* large disponibilité en eau d'irrigation), un tel changement de la répartition surfaces pluviales/surfaces irriguées contribuerait à limiter l'impact négatif du changement climatique sur les rendements moyens à l'hectare dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient.
- Le quatrième mécanisme concerne la diminution des pertes à la récolte (qui, rappelons-le, sont, dans *GlobAgri*, comptées dans les rendements moyens observés). Une plus grande mécanisation de la récolte et des techniques de conservation plus poussées et mieux maîtrisées pourraient contribuer à limiter ces pertes, agissant ainsi favorablement sur les rendements à l'hectare moyens des produits végétaux.

Du côté des efficacités animales, nous avons supposé, dans le scénario de référence 2, qu'elles ne seraient pas impactées de manière significative par un changement climatique plus marqué. Des études existent mettant l'accent sur l'éventuel impact du changement climatique sur la productivité des animaux et l'efficacité des systèmes d'élevage : quantité et qualité des ingrédients pour l'alimentation animale, stress thermique, rareté de l'eau, augmentation des risques de maladies, etc. Néanmoins, il existe encore peu d'éléments solides sur ces évolutions et l'incertitude sur ces éventuels effets est conséquente (Brunelle, 2014). Ceci invite à rester prudent quant aux hypothèses que l'on peut poser sur l'impact du changement climatique sur les efficacités animales.

Au-delà des effets du changement climatique, nous avons souligné dans le chapitre précédent que les projections de Bouwman (2005), sur lesquelles nous avons construit nos hypothèses d'évolution des efficacités animales pour nos deux scénarios de référence, sont relativement conservatrices. Or, plusieurs mécanismes pourraient contribuer à rendre plus favorable l'évolution des efficacités animales pour la région Afrique du Nord – Moyen-Orient à l'horizon 2050 :

- Comme dans le cas des produits végétaux, le progrès technique est susceptible d'améliorer la productivité des animaux : progrès génétiques, disponibilité et qualité des facteurs de production agricole (bâtiments, travail et capital humain), amélioration des pratiques d'élevage (lutte contre les maladies et qualité des rations animales notamment), etc., contribuent tous à accroître la productivité des animaux.
- Dans le cas des ruminants, la modification de la répartition de la production de produits animaux entre systèmes d'élevage mixtes et systèmes d'élevage pastoraux peut contribuer à améliorer l'efficacité moyenne de l'élevage de la région.
- Comme dans le cas des produits végétaux, la diminution des pertes du côté de la production (qui dans *GlobAgri* sont comptabilisées dans les coefficients inputs/outputs des systèmes d'élevage) : diminution de la mortalité animale et des maladies des animaux d'une part, diminution des pertes à l'abattage, au stockage et au transport de produits animaux d'autre part, pourrait contribuer à améliorer l'évolution des efficacités des systèmes d'élevage dans la région Afrique du Nord - Moyen-Orient.

Dans cette section, nous centrons d'abord l'analyse sur le mécanisme du progrès technique qui contribue à améliorer la productivité des cultures et la productivité animale et peut, de ce fait, contrebalancer les effets négatifs du changement climatique sur la région. Nous nous intéressons dans un second temps au mécanisme de modification de la répartition de la surface cultivée entre agriculture pluviale et agriculture irriguée, qui est susceptible de moduler l'évolution des rendements moyens à l'hectare des cultures dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions. Le mécanisme de réduction des pertes sera traité dans la dernière section de ce chapitre.⁴⁸

1.1 Compensation des effets du changement climatique par l'amélioration des rendements végétaux et des efficacités animales

1.1.1. Les hypothèses alternatives adoptées

Pour bien distinguer les effets de l'hypothèse alternative d'évolution des rendements végétaux de ceux de l'hypothèse alternative d'évolution des efficacités animales, nous avons choisi de simuler le scénario dénommé « Progrès Technique » en deux temps :

⁴⁸ Nous ne considérons pas explicitement dans ce travail le mécanisme relevant du changement climatique lui-même et qui est lié à un éventuel effet positif de l'augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère sur la productivité des cultures. Notons néanmoins que cet effet positif aurait des impacts analogues à ceux, décrits ci-après, du mécanisme du progrès technique dans le cas des produits végétaux.

- dans un premier temps (alternative « Rendements Végétaux »), nous appliquons une augmentation de +20 % des rendements végétaux projetés à 2050 par rapport à leur niveau 2050 atteint dans le scénario de référence 2. Cette augmentation s'applique uniformément à tous les produits (tab. 4.1).
- dans un deuxième temps (scénario « Progrès Technique »), nous ajoutons à l'augmentation des rendements végétaux une amélioration des efficacités animales conduisant à une réduction de – 20 % des coefficients inputs/outputs projetés à 2050 par rapport à leur niveau 2050 dans les scénarios de référence 1 et 2. Cette amélioration s'applique de manière uniforme à toutes les espèces et à tous les systèmes d'élevage (tab. 4.2).

L'hypothèse posée sur l'évolution des rendements végétaux parvient à plus que compenser l'impact négatif du changement climatique porté par le scénario de référence 2 dans toutes les sous-régions de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, y compris le Maghreb qui est la région la plus touchée par ce changement climatique. Ainsi, pour toutes les sous-régions, les perspectives en termes de rendements végétaux dans notre scénario « Progrès Technique » sont proches de celles que portait le scénario de référence 1 et donc nettement plus favorables que celles offertes par le scénario de référence 2. L'évolution des rendements végétaux est particulièrement favorable pour l'Égypte qui, par hypothèse, ne subissait pas l'impact négatif du changement climatique plus marqué du scénario de référence 2.

En ce qui concerne les efficacités animales, rappelons que les scénarios de référence 1 et 2 induisaient des réductions de - 15 à - 25 % des coefficients inputs/outputs, selon les espèces et les systèmes, entre 2007-2009 et 2050. La réduction supplémentaire de – 20 % portée par notre scénario « Progrès Technique » représente donc un gain de performance notable des systèmes d'élevage de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient.

Tableau 4.1 – Rendements végétaux projetés à 2050 dans le scénario de référence 2 (REF2) et dans le scénario alternatif « Progrès Technique » (en tonnes par ha)

	Egypte		Maghreb		Moyen-Orient		Proche-Orient		Turquie	
	REF 2	Pro.Tech	REF 2	Pro.Tech	REF 2	Pro.Tech	REF 2	Pro.Tech	REF 2	Pro.Tech
Coton	3,31	3,97	0,57	0,69	2,01	2,41	3,49	4,19	4,26	5,11
Fibres etc.	0,95	1,15	1,17	1,40	1,68	2,02	0,72	0,86	0,56	0,67
Fruits & Légumes	31,08	37,29	18,44	22,13	15,11	18,14	24,02	28,83	23,14	27,77
Maïs	10,91	13,10	0,95	1,15	9,83	11,80	7,52	9,03	10,86	13,03
Olives	10,50	12,60	0,86	1,03	1,67	2,00	2,09	2,51	2,33	2,80
Autres céréales	2,95	3,54	1,62	1,94	2,06	2,47	0,28	0,33	3,19	3,82
Autres oléagineux	2,60	3,12	2,25	2,70	1,14	1,37	3,41	4,10	1,90	2,27
Autres produits végétaux	2,38	2,85	0,55	0,66	2,10	2,52	1,20	1,44	1,61	1,94
Légumineuses	3,21	3,85	1,09	1,31	1,33	1,60	1,15	1,38	2,66	3,19
Colza	-	-	1,79	2,15	1,80	2,16	-	-	3,00	3,60
Riz	11,22	13,47	8,04	9,64	6,15	7,37	-	-	9,15	10,98
Racines & Tubercules	32,24	38,69	41,98	50,37	27,25	32,70	29,85	35,81	36,15	43,38
Soja	2,87	3,45	0,90	1,09	2,18	2,61	1,82	2,19	4,06	4,88
Plantes sucrières	104,77	125,73	105,45	126,54	87,95	105,54	58,15	69,78	54,92	65,90
Tournesol	2,55	3,06	1,05	1,26	1,42	1,71	2,53	3,04	3,28	3,94
Blé	9,32	11,18	2,66	3,19	2,74	3,29	2,04	2,45	3,51	4,21

Tableau 4.2 – Coefficients input/output moyens des systèmes d'élevage : valeurs projetées dans le scénario alternatif « Progrès Technique » (kg matière sèche ingérée/ kg produit)

	Egypte		Maghreb		Moyen-Orient		Proche-Orient		Turquie	
	Mixte	Pastoral	Mixte	Pastoral	Mixte	Pastoral	Mixte	Pastoral	Mixte	Pastoral
Viande bovine	13,13	34,8	16,80	100,4	26,77	53,7	5,59	25,5	39,74	242,8
Petits ruminants	10,17	16,9	22,81	42,0	20,99	30,4	6,09	10,6	20,24	31,9
Lait	2,00	5,6	2,49	6,8	2,67	7,0	1,26	4,6	1,50	5,8
Viande volaille	1,68	-	1,75	-	1,96	-	1,55	-	1,69	-

1.1.2 Résultats de simulations

En dépit des accroissements des rendements végétaux (alternative « Rendements Végétaux »), toutes les sous-régions, excepté la Turquie, continuent de saturer leur contrainte de surface (fig. 4.1). En d'autres termes, même si le progrès technique permet aux 4 sous-régions contraintes de compenser les effets négatifs sur les rendements végétaux d'un changement climatique marqué, il n'est pas suffisant pour que ces 4 sous-régions puissent desserrer leur contrainte de surface cultivable, contrainte rendue largement plus pesante par le changement climatique pour 2 d'entre elles : le Maghreb et le Proche-Orient. Seule la Turquie, non contrainte en termes de surface cultivée, réduit cette dernière de 3,7 millions d'hectares dans l'alternative « Rendements Végétaux » par rapport au scénario de référence 2.

Au total, les meilleures perspectives d'évolution des rendements végétaux portées par l'alternative « Rendements Végétaux » conduisent la région Afrique du Nord – Moyen-Orient à réduire sa surface cultivée, cette dernière passant de 67 millions d'hectares dans le scénario de référence 2 à 63 millions d'hectares dans l'alternative « Rendements Végétaux » (fig. 4.2). Les meilleures perspectives d'évolution des efficacités animales qu'ajoute le scénario « Progrès Technique » ont un impact beaucoup plus limité puisque la surface cultivée de l'Afrique du Nord – Moyen-Orient diminue de 1 million d'hectares seulement entre l'alternative « Rendements Végétaux » et le scénario « Progrès Technique ».

Figure 4.1 – Surface cultivée dans la situation initiale (INIT) et à l'issue du scénario de référence 2 (REF 2) et du scénario alternatif « Progrès Technique », pour les 5 sous-régions (milliers d'hectares)

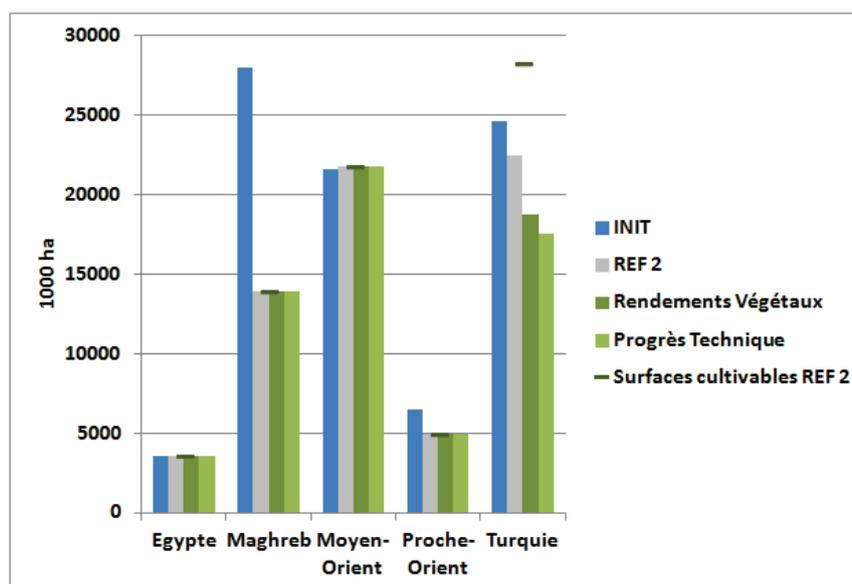
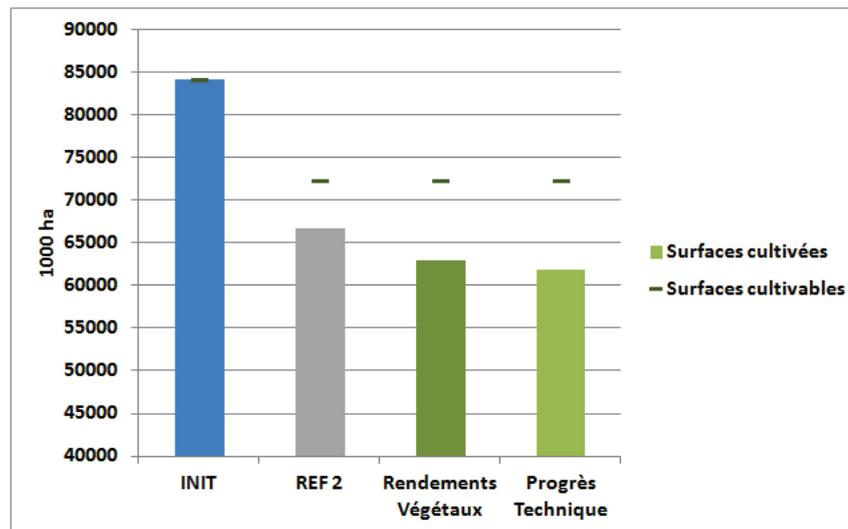


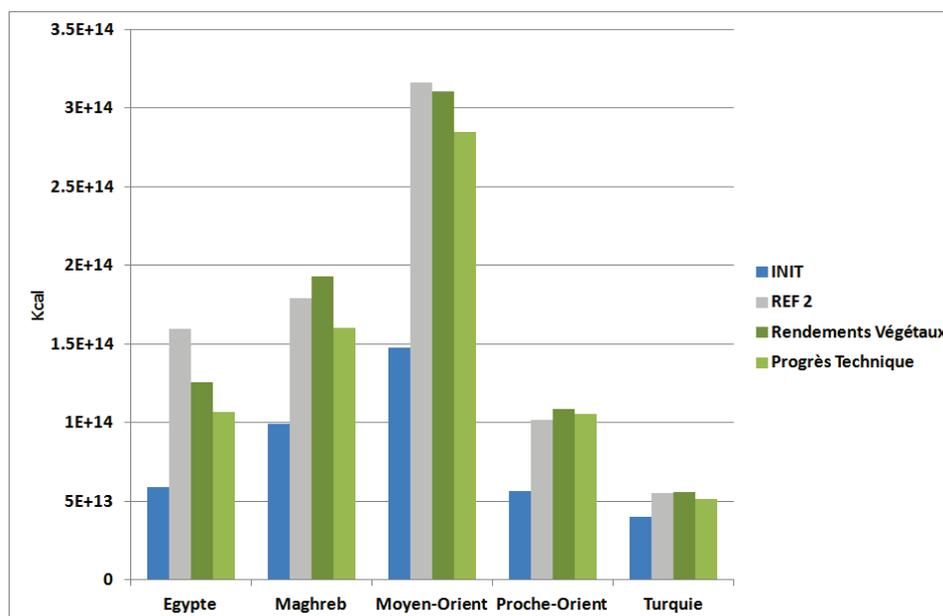
Figure 4.2 – Surface cultivée dans la situation initiale (INIT) et à l'issue du scénario de référence 2 et du scénario alternatif « Progrès Technique », pour l'ensemble région Afrique du Nord – Moyen-Orient (milliers d'hectares)



Grâce à l'augmentation des rendements végétaux et animaux, la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions sont néanmoins moins contraintes en termes de surfaces que dans le scénario de référence 2, ce qui allège la pression à la hausse sur les coefficients de dépendance et sur les volumes d'importations des 4 sous-régions qui saturent leur contrainte de surface cultivable. Les importations, tous produits confondus, mesurées en kilocalories, sont par conséquent réduites pour presque toutes les sous-régions (fig. 4.3). La plus forte diminution est enregistrée par l'Égypte (-33 % dans le scénario « Progrès Technique » par rapport au scénario de référence 2), qui est la sous-région la plus favorisée par les hypothèses de ce scénario alternatif, tandis que les autres sous-régions enregistrent des réductions plus modérées, - 11 % au Maghreb, - 10 % au Moyen-Orient, - 7 % en Turquie. On note en revanche une augmentation des importations de 4 % au Proche-Orient dans le scénario « Progrès Technique » relativement au scénario de référence 2. Cette augmentation résulte de l'ajustement à la hausse des productions animales domestiques, la hausse des rendements végétaux à surface cultivée apparaissant insuffisante pour répondre à la croissance des besoins pour l'alimentation animale, et ceci malgré l'amélioration des efficacités animales portée par le scénario « Progrès Technique ».

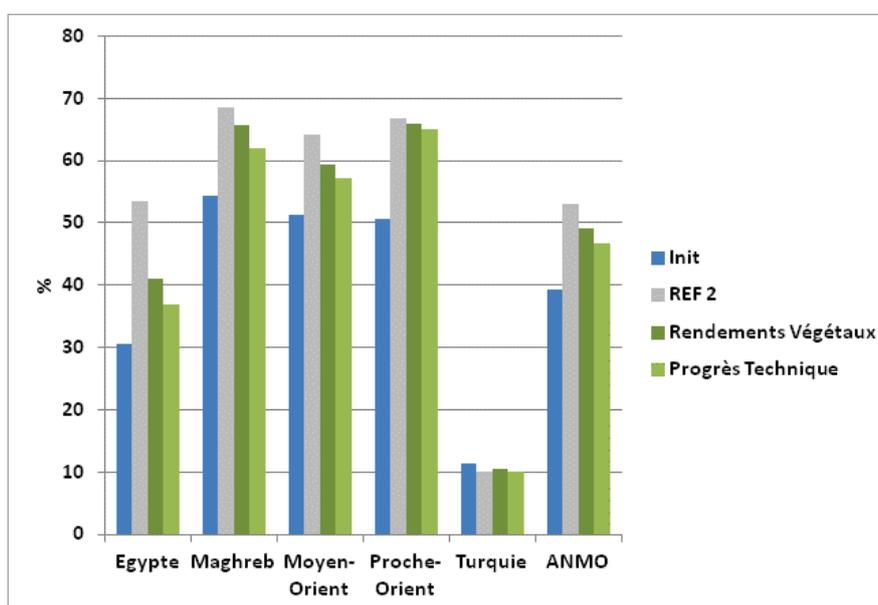
Si l'on décompose l'effet total du scénario « Progrès Technique » sur les importations, de sorte à isoler l'effet de l'accroissement des rendements végétaux de celui de l'amélioration des efficacités animales, on s'aperçoit que les 5 sous-régions font face à des situations différenciées. L'accroissement des rendements végétaux (« Rendements Végétaux ») ne permet qu'à l'Égypte et, dans une moindre mesure, au Moyen-Orient de réduire leurs volumes d'importation relativement à la référence 2 (fig. 4.3). Dans les 3 autres sous-régions, les importations augmentent : c'est l'effet d'augmentation des productions animales et de leurs besoins en alimentation animale. L'amélioration des efficacités animales, que porte en plus le scénario « Progrès Technique », permet ensuite de réduire les besoins en alimentation animale des productions animales domestiques, se traduisant par une diminution des importations en volume des 5 sous-régions par rapport à l'alternative « Rendements Végétaux ». Dans le cas de l'Égypte et du Moyen-Orient cette réduction vient s'ajouter à celle déjà induite par la hausse des rendements végétaux. Pour le Maghreb et la Turquie, cette diminution vient plus que compenser la hausse des importations provoquée par l'alternative « Rendements Végétaux ». Pour le Proche-Orient enfin, la diminution des importations permise par l'amélioration des efficacités animales n'est pas suffisante pour compenser la hausse résultant de l'alternative « Rendements Végétaux » si bien que pour cette région les importations en volume augmentent dans le scénario « Progrès Technique » relativement au scénario de référence 2.

Figure 4.3 – Importations totales des 5 sous-régions dans la situation initiale (INIT) et à l’issue du scénario de référence 2 (REF 2) et du scénario alternatif « Progrès Technique », (kilocalories)



Le scénario « Progrès Technique » permet ainsi à la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et à ses 5 sous-régions de réduire leur taux de dépendance nette aux importations, relativement au scénario de référence 2 (fig. 4.4). Plus précisément, l’amélioration des rendements végétaux et des efficacités animales, portée par le scénario « Progrès Technique », permet à la région Afrique du Nord – Moyen-Orient de limiter de moitié l’accroissement de sa dépendance aux importations induite par le scénario de référence 2 par rapport à la situation initiale : partant d’un peu moins de 40 % en 2007-2009, la dépendance nette de la région ANMO atteint 53 % dans le scénario de référence 2 et redescend à 47 % à l’issue du scénario « Progrès Technique » (fig. 4.4).

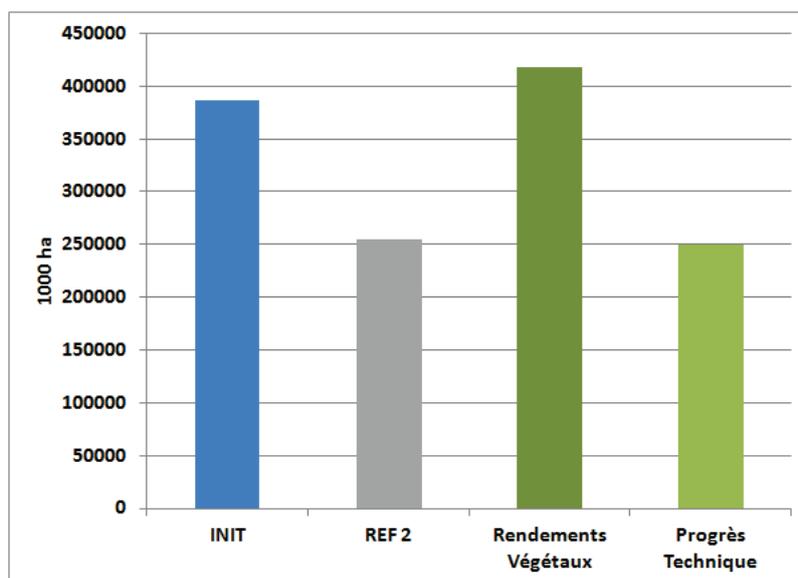
Figure 4.4 – Dépendance nette aux importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et de ses 5 sous-régions dans la situation initiale (INIT) et à l’issue du scénario de référence 2 et du scénario alternatif « Progrès Technique », (part en % des importations nettes dans les utilisations domestiques totales exprimées en kilocalories)



En d'autres termes, nos résultats suggèrent que l'accroissement des rendements végétaux et animaux est un levier important dans l'optique de limiter la dépendance aux importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, dépendance qui pourrait être significativement accrue dans un contexte de changement climatique marqué. Ce levier pourrait devenir crucial pour le Maghreb, le Proche-Orient et, dans une moindre mesure, le Moyen-Orient, sous-régions déjà fortement dépendantes vis-à-vis des importations dans la situation initiale et qu'une trajectoire de changement climatique marqué pourrait mener vers des taux de dépendance supérieurs à 60 %, niveau potentiellement problématique pour leurs économies dans le long terme.

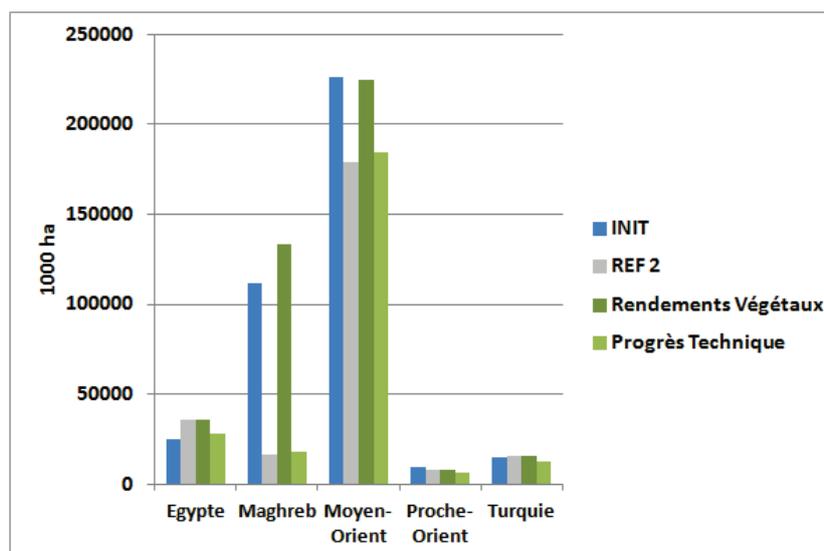
Par rapport au scénario de référence 2, le scénario alternatif « Progrès Technique » donne un rôle moins important aux importations et un rôle plus important à la production domestique pour couvrir les besoins alimentaires de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. Cette redistribution des rôles en faveur de la production domestique est significative pour les produits animaux dont les productions diminuaient notablement dans le scénario de référence 2. Cet ajustement va dans le sens d'un accroissement, très fort, des surfaces en pâture dans l'alternative « Rendements végétaux » tandis que dans un deuxième temps, l'accroissement des efficacités animales (« Progrès Technique ») joue dans le sens d'une réduction des surfaces en pâture requises (fig. 4.5). Pour la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble, le deuxième mouvement l'emporte légèrement sur le premier, si bien que la surface en pâture diminue, passant de 255 millions d'hectares à l'issue du scénario de référence 2 à 249 millions d'hectares à l'issue du scénario alternatif « Progrès Technique ».

Figure 4.5 – Surface en pâtures dans la situation initiale (INIT) et à l'issue du scénario de référence 2 et du scénario alternatif « Progrès Technique », ensemble ANMO (milliers d'hectares)



Comme en témoigne le graphique 4.6, l'augmentation de la surface en pâture de la région ANMO à l'issue de l'alternative « Rendements Végétaux » résulte en quasi-totalité de l'ajustement à la hausse très marqué des surfaces en pâture du Maghreb et du Moyen-Orient. C'est en effet le Maghreb (et dans une moindre mesure le Moyen Orient) qui voyait sa production animale (en particulier lait et produits laitiers) diminuer le plus fortement à l'issue du scénario de référence 2 et c'est dans cette sous-région que l'accroissement des rendements végétaux, en desserrant la contrainte de surface, permet l'ajustement à la hausse le plus marqué des productions animales domestiques et, par suite, de la surface en pâture. Ce mouvement à la hausse est quasiment compensé par l'effet de l'amélioration des efficacités animale porté par le scénario « Progrès Technique ».

Figure 4.6 – Surface en pâtures des 5 sous-régions dans la situation initiale (INIT) et à l’issue du scénario de référence 2 et du scénario alternatif « Progrès Technique » (milliers d’hectares)



Au total, le progrès technique et ses impacts en matière de rendements végétaux et d’efficacités animales apparaît comme un levier clé pour limiter la dépendance aux importations agricoles de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et son accentuation due tant aux évolutions tendancielle qu’aux effets induits par un changement climatique plus marqué. L’amélioration des efficacités animales apparaît cruciale afin de limiter les importations de produits destinés à l’alimentation animale, mais également l’expansion des surfaces en pâtures. Les gains en rendements et en efficacité animale proposés ici apparaissent cependant insuffisants pour pouvoir compenser le renforcement (tendanciel ou accentué par un changement climatique plus sévère) de la dépendance aux importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, déjà forte aujourd’hui.

Il est important de souligner ici que cette conclusion n’est plus valable si on considère le cas où la Turquie exploite toute sa surface cultivable. Sous cette hypothèse, la Turquie pourrait mettre en culture près de 10 millions d’hectares supplémentaires, ce qui lui permettrait de réduire sa dépendance nette, cette dernière passant de +10 % dans le scénario « Progrès Technique » à -40 % dans le cas où la Turquie exploite la totalité de sa surface cultivable. Ce renforcement significatif de la position d’exportateur net de produits agricoles et agro-alimentaires de la Turquie à l’issue du scénario « Progrès technique » résulte de l’extension de sa surface cultivable dans un contexte de changement climatique marqué (porté par le scénario de référence 2) à laquelle viennent s’ajouter, dans le scénario « Progrès Technique », des perspectives plus favorables d’évolution de ses rendements végétaux. Au total, la dépendance nette de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient s’en trouverait réduite, repassant juste en-dessous de son niveau initial (38 % dans le scénario « Progrès Technique » avec utilisation de toute sa surface cultivable par la Turquie vs. 39 % dans la situation initiale 2007-2009).

Le progrès technique apparaît par conséquent comme un levier important pour limiter, voire contrecarrer, la croissance tendancielle, renforcée dans un contexte de changement climatique plus marqué, de la dépendance nette aux importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. Bien sûr, l’émergence et la diffusion d’un tel progrès technique nécessiterait des politiques de recherche-formation-développement et une politique agricole adaptées, de même que des investissements publics et privés très lourds, notamment pour accroître l’efficacité de la gestion de l’eau d’irrigation.

1.2. Extension des surfaces irriguées, notamment en Turquie et en Egypte

L'eau, l'irrigation et son efficacité sont des éléments majeurs de la productivité agricole de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. Ressource convoitée se raréfiant (la concurrence avec des usages non agricoles s'accroissant également), l'eau fait l'objet de projets d'aménagement du territoire de long terme et de grande ampleur, elle est ainsi au cœur des préoccupations et des conflits géopolitiques qui agitent la région Afrique du Nord – Moyen-Orient.

Une intensification des tensions autour de la disponibilité en eau *via* la maîtrise de la ressource en amont de certaines sous-régions est envisagée ici et combinée avec une évolution des surfaces équipées pour l'irrigation. On considère ainsi que la Turquie réalise ses objectifs extrêmement ambitieux en matière de barrages, retenues d'eau et réseaux d'irrigation, mis en place via le projet GAP (Great Anatolian Project). Si ceux-ci sont atteints, la surface cultivée équipée pour l'irrigation en Turquie augmenterait de 1,7 million d'hectares au total. Cette extension considérable de l'irrigation turque engendrerait, d'une part, une augmentation de ses rendements moyens à l'hectare et, d'autre part, une raréfaction de la ressource en eau pour les pays situés en aval tels l'Irak et la Syrie, dont les surfaces irriguées et les rendements moyens s'en trouveraient réduits.

Nous considérons parallèlement le cas de l'Egypte qui atteindrait également ses objectifs officiels en matière d'extension de surfaces irriguées et d'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau, tels qu'annoncés par le gouvernement égyptien (FAO, 2012).

1.2.1. Les hypothèses alternatives adoptées

Dans ce scénario alternatif, dénommé « Projets Hydrauliques », on envisage une augmentation des surfaces irriguées totales en Egypte de 1,3 million d'hectares, celles-ci passant de 3,5 millions d'hectares dans la situation initiale à 4,8 millions d'hectares en 2030 (tab. 4.3). La contrainte de surface en Egypte se trouve donc élargie d'autant dans ce scénario.

En ce qui concerne la Turquie, la réalisation du projet GAP apporterait selon nos estimations 1,5 million d'hectares de terres cultivées irriguées supplémentaires entre notre situation initiale 2007-2009 et 2050⁴⁹, ces nouvelles surfaces irriguées venant s'ajouter à la surface cultivable. En outre, l'extension des surfaces irriguées en Turquie, à partir de l'Euphrate et du Tigre, pourrait réduire le débit de ces fleuves pour les pays situés en aval de la Turquie, notamment la Syrie et l'Irak, et ainsi diminuer la disponibilité en eau pour une part des surfaces irriguées à partir des mêmes fleuves dans ces deux pays.

En effet, le projet GAP en Turquie prendrait ses ressources en eau pour un tiers du Tigre (500 000 hectares supplémentaires équipés pour l'irrigation en Turquie) et pour deux tiers de l'Euphrate (1 million d'hectares supplémentaires équipés). En ce qui concerne l'irrigation à partir du Tigre, nous avons estimé que la moitié des hectares gagnés pour l'irrigation en Turquie pourrait être perdue pour l'irrigation en Irak, soit 250 000 hectares. Quant à l'irrigation à partir de l'Euphrate, nous avons estimé que la moitié des hectares gagnés pour l'irrigation en Turquie pourrait être perdue pour l'irrigation à hauteur de un tiers en Syrie (soit 165 000 hectares) et de deux tiers en Irak (soit 335 000 hectares), l'Euphrate quittant la Turquie pour traverser la Syrie avant d'atteindre l'Irak (fig. 4.7).

Au total, sur les 1,5 million d'hectares supplémentaires équipés pour l'irrigation en Turquie, 585 000 hectares seraient perdus pour l'irrigation en Irak et 165 000 en Syrie. Ces hectares étant partie intégrante des surfaces cultivables, le scénario alternatif « Projets Hydrauliques » conduit à accroître la surface cultivable de la Turquie de 1,5 million d'hectares et à réduire celles du Moyen-Orient et du Proche-Orient de -585 000 et -165 000 hectares respectivement.

⁴⁹ On considère en effet qu'en 2008, 20% du projet GAP avait déjà été accompli. Sur les 1,7 million d'hectares supplémentaires équipés pour l'irrigation prévus, il en resterait donc 1,5 million à équiper.

Figure 4.7 – Le parcours du Tigre et de l’Euphrate entre la Turquie, la Syrie et l’Irak



Tableau 4.3 – Surfaces cultivées et irriguées dans la situation initiale 2007-2009 et à l’issue du scénario de référence 2, surfaces cultivables et irriguées dans le scénario alternatif « Projets Hydrauliques » (milliers d’hectares)

1000 ha	Surf. cultivée 2007-09	Surf. irriguée 2007-09	Surf. cultivée « Référence 2 »	Surf. irriguée « Référence 2 »	Surf. Cultivable « Projets Hydroliques »	Surface irriguée « Projets Hydrauliques»
Egypte	3 578	3 578	3 578	3578	4 878	4 878
Maghreb	27 949	5 019	13 919	5 019	13 919	5 019
Moyen-Orient	21 538	10 851	21 775	10 851	21 190	10 266
Proche-Orient	6 483	2 210	4 934	2 210	4 769	2 045
Turquie	24 625	3 834	22 454	3 834	29 720	6 496
Région ANMO	84 173	25 492	66 660	25 492	74 776	28 704

Même si nous n’avons pas fait d’hypothèse sur l’augmentation des rendements irrigués dans ce scénario, l’extension ou la réduction des surfaces irriguées impacte les rendements moyens des sous-régions concernées, à l’exception de l’Egypte. En effet, pour ce pays, les rendements projetés dans notre scénario tendanciel sont déjà très proches voire plus élevés que les objectifs de rendements officiels énoncés par le gouvernement égyptien. Nous avons donc gardé les mêmes rendements que dans le scénario de référence 2.

En Turquie, la hausse des surfaces en irrigation modifie légèrement à la hausse les rendements moyens de ce pays (tab. 4.4), l’impact sur les rendements moyens étant atténué par la part relativement faible de l’irrigation dans la surface totale cultivée. Parallèlement, du fait de la réduction de leurs surfaces irriguées, les rendements moyens du Moyen- Orient et du Proche-Orient se trouvent impactés (très) légèrement à la baisse.

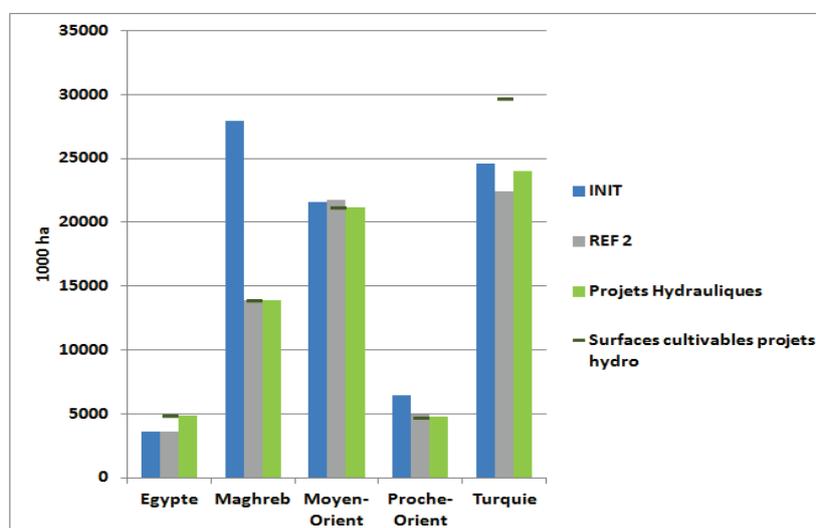
Tableau 4.4 – Rendements moyens projetés à 2050 à l’issue du scénario de référence 2 et du scénario alternatif « Projets Hydrauliques » (tonnes/ha)

	Moyen-Orient		Proche-Orient		Turquie	
	REF 2	Projets Hydrau	REF 2	Projets Hydrau	REF 2	Projets Hydrau
Coton	2,01	2,00	3,49	3,49	4,26	4,26
Fibres etc.	1,68	1,68	0,72	0,72	0,56	0,56
Fruits et légumes	15,11	15,06	24,02	23,95	23,14	24,77
Maïs	9,83	9,83	7,52	7,51	10,86	11,69
Olives	1,67	1,67	2,09	2,09	2,33	2,33
Autres céréales	2,06	2,05	0,28	0,28	3,19	3,19
Autres oléagineux	1,14	1,14	3,41	3,41	1,90	1,90
Autres produits végétaux	2,10	2,10	1,20	1,20	1,61	1,61
Légumineuses	1,33	1,32	-	-	2,66	2,76
Graines de colza	1,80	1,80	-	-	3,00	3,00
Riz	6,15	6,15			9,15	9,15
Racines et Tubercules	27,25	27,25	29,85	29,85	36,15	36,15
Graines de soja	2,18	2,15	1,82	1,82	4,06	4,10
Plantes et pdts sucriers	87,95	87,95	58,15	58,15	54,92	57,60
Graines de tournesol	1,42	1,41	2,53	2,53	3,28	3,64
Blé	2,74	2,70	2,04	2,00	3,51	3,62

1.2.2. Résultats de simulations

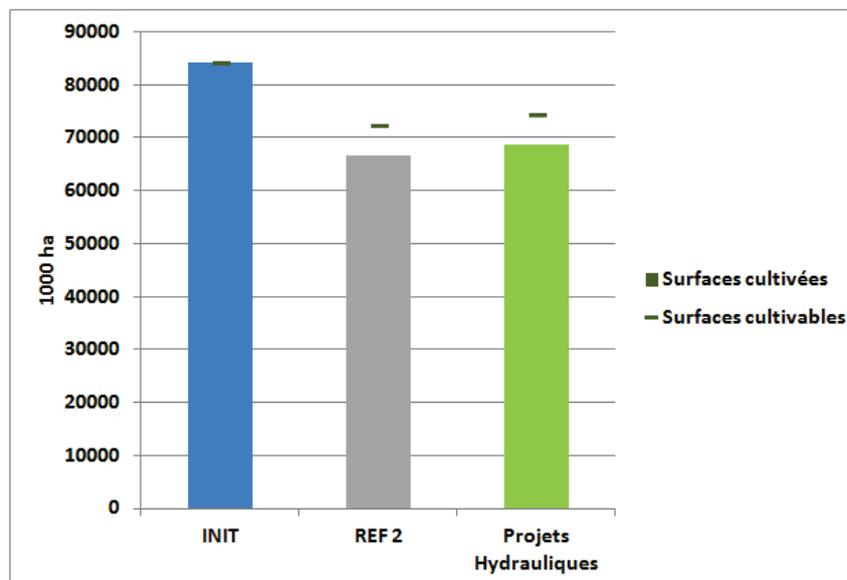
L’extension des surfaces irriguées en Egypte et en Turquie conduit à une extension également de la contrainte de surface de la région dans son ensemble (de 2 millions d’hectares environ). Comme dans le scénario « Progrès Technique » toutes les sous-régions atteignent leurs contraintes de surfaces sauf la Turquie. L’Egypte profite de l’extension de ses surfaces irriguées, et donc de sa surface cultivable, pour augmenter sa production et diminuer ses importations, tandis que le Moyen et le Proche-Orient, qui subissent une réduction de leurs surfaces irriguées et par conséquent un durcissement de leurs contraintes de surfaces, enregistrent des ajustements inverses. La Turquie profite également de l’extension de ses surfaces irriguées et augmente sa surface cultivée par rapport au scénario de référence 2 (fig. 4.8).

Figure 4.8 – Surface cultivée dans la situation initiale (INIT) et à l’issue du scénario de référence 2 (REF2) et du scénario alternatif « Projets Hydrauliques », pour les 5 sous-régions (milliers d’hectares)



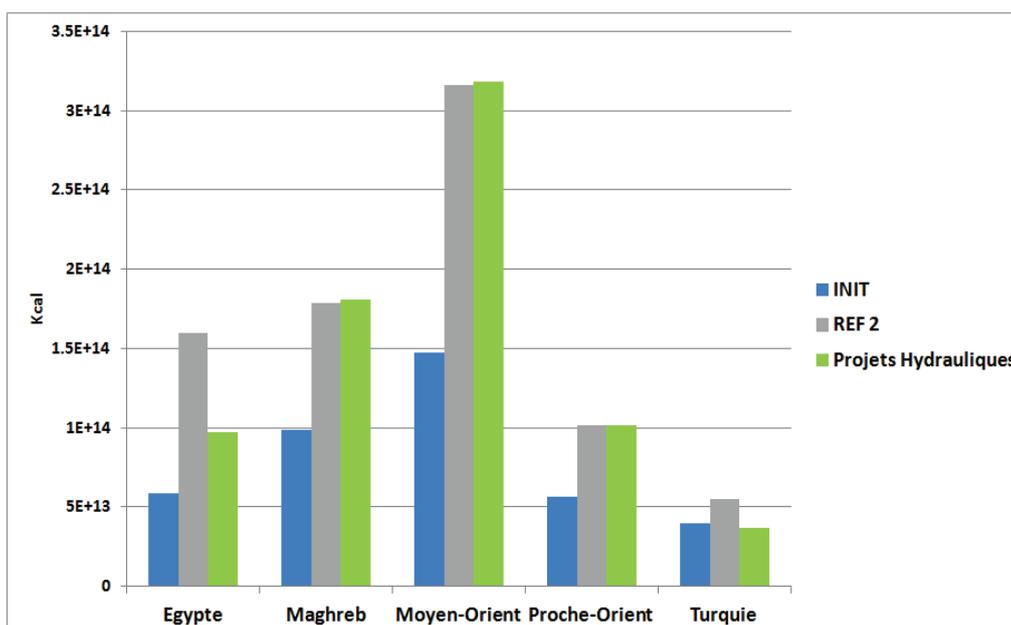
Au total, dans le scénario « Projets Hydrauliques », la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble augmente sa surface cultivée d'un peu plus de 2 millions d'hectares par rapport au scénario de référence 2 (fig 4.9).

Figure 4.9 – Surface cultivée dans la situation initiale (INIT) et à l'issue du scénario de référence 2 (REF2) et du scénario alternatif « Projets Hydrauliques », ensemble ANMO (milliers d'hectares)



Grâce à des rendements déjà élevés, l'extension des surfaces irriguées en Egypte permet à ce pays de diminuer considérablement ses importations (de presque -40 %) par rapport au scénario de référence 2 (fig 4.10). Comme attendu, l'augmentation de la surface cultivée turque permet également aux importations de ce pays de diminuer (de -34 %) dans ce scénario par rapport au scénario de référence 2. Les importations des autres sous-régions restent stables (Proche-Orient) voire augmentent très légèrement (Maghreb et Moyen-Orient).

Figure 4.10 – Importations totales des 5 sous-régions dans la situation initiale (INIT) et à l'issue du scénario de référence 2 (REF 2) et du scénario alternatif « Projets Hydrauliques », (kilocalories)



Dans ces deux scénarios, l’Egypte pourrait retrouver des niveaux de dépendance aux importations proches du niveau observé dans la situation initiale 2007-2009.

Dans ces deux scénarios également, et sous l’hypothèse qu’elle exploite la totalité de sa surface cultivable, la Turquie pourrait devenir un exportateur net important de produits agricoles et agro-alimentaires, et contribuer à ce que l’ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient parvienne à maîtriser la croissance tendancielle de sa dépendance aux importations à l’horizon 2050.

2. Des hypothèses d’évolution alternatives de la consommation alimentaire domestique

Après avoir analysé la façon dont des évolutions alternatives de certaines caractéristiques de l’offre agricole peuvent ou non réduire la dépendance aux importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, nous procédons à une analyse similaire en faisant varier certaines caractéristiques de la demande alimentaire. Dans le premier paragraphe, nous examinons comment des modifications du niveau de la demande alimentaire peuvent alléger ou alourdir la dépendance de la région. Ces modifications concernent d’abord toutes les sous-régions au travers d’une hypothèse alternative d’évolution démographique, puis la seule sous-région Moyen-Orient pour laquelle il est fait l’hypothèse d’un rattrapage économique et nutritionnel à l’horizon 2050. L’impact d’hypothèses alternatives d’évolution des régimes alimentaires analysé dans le second paragraphe

2.1. Modifications du niveau de la demande alimentaire

2.1.1. Des hypothèses haute et basse en matière d’évolution démographique

Élément moteur du système alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, comme on l’a vu dans l’analyse rétrospective et comme on le voit dans les résultats de simulations du scénario de référence 1, la démographie fait ici l’objet d’une hypothèse alternative, correspondant aux deux situations extrêmes couvertes par les projections de l’ONU. On considère ainsi l’hypothèse basse et l’hypothèse haute de ces projections onusiennes afin de tester les conséquences du facteur démographique en matière de croissance de la demande alimentaire d’une part, de borner les effets de ce facteur sur les évolutions possibles des équilibres du système agricole et alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient d’autre part.

Les hypothèses alternatives adoptées

Pour construire les scénarios alternatifs « Pop Haute » et « Pop Basse », nous modifions l’hypothèse d’évolution de la population de l’ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient et de ses 5 sous-régions par rapport à celle retenue dans les deux scénarios de référence (*i.e.* la projection médiane de l’ONU). Le tableau 4.5 fournit les chiffres de population totale projetée à 2050 pour les 5 sous-régions et pour l’ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient dans le scénario de référence 2 et dans les scénarios alternatifs « Pop Haute » et « Pop Basse ».⁵⁰

⁵⁰ Soulignons ici que nous continuons, dans ces scénarios, à travailler avec les projections de l’ONU : *Perspectives de la population mondiale : révision de 2012* (UNO, 2013). Or, l’ONU a récemment révisé ses projections démographiques (UNO, 2015), concluant, dans sa nouvelle projection médiane, à une croissance plus forte de la population régionale à l’horizon 2050 (de l’ordre de 750 millions d’habitants, au lieu des 704 millions de la précédente projection). Cette nouvelle projection médiane se rapproche donc de la borne supérieure de l’ancienne projection (801 millions d’habitants) sur laquelle est construit notre scénario alternatif « Pop Haute ». La révision des projections concerne principalement l’Egypte qui, avec 151 millions d’habitants dans la nouvelle projection médiane, passerait même au-dessus de la borne supérieure de l’ancienne projection (140 millions d’habitants) et, dans une moindre mesure, le Moyen-Orient dont la

Tableau 4.5 - Population totale de la région Afrique du Nord – Moyen Orient dans le scénario de référence 2 (REF 2) et dans les scénarios alternatifs « Pop Haute » et « Pop Basse »
(en millions d'habitants)

	REF 2		« Pop Haute »		« Pop Basse »		
	Niv.2050	Niv.2050	Pop Haute - REF2	Var/REF2 (%)	Niv.2050	Pop Basse - REF2	Var/REF2 (%)
Egypte	121,8	139,9	+ 18,1	+ 15	105,2	- 16,6	- 14
Maghreb	126,9	144,4	+ 17,5	+ 14	110,5	- 16,4	- 13
Moyen-Orient	286,5	323,9	+ 37,4	+ 13	251,9	- 34,6	- 12
Proche-Orient	74,3	84,3	+ 10,1	+ 14	64,9	- 9,4	- 13
Turquie	94,6	108,2	+ 13,6	+ 14	82,2	- 12,4	- 13
Ensemble	704,1	800,8	+ 96,7	+ 14	614,7	- 89,4	- 13

Le tableau 4.5 indique que :

- l'hypothèse haute de la projection de l'ONU accroît la population totale de la zone de près de 97 millions d'habitants (+ 14 % environ) à l'horizon 2050, relativement à la projection médiane ;
- cette augmentation est répartie de manière homogène entre les 5 sous-régions qui, toutes, voient leur population totale augmenter de 13 à 15 % par rapport à la projection médiane ;
- l'hypothèse basse de la projection de l'ONU est quasi-symétrique à l'hypothèse haute par rapport à la projection médiane : la population totale de la zone décroît de - 13 % environ par rapport à la projection médiane (soit près de - 90 millions d'habitants) ; les populations totales des 5 sous-régions sont réduites de - 12 à - 14 %.

On peut donc dès à présent deviner que les effets des scénarios « Pop Haute » et « Pop Basse » seront, chacun, peu différenciés entre les sous-régions et, entre eux, assez symétriques.

Résultats de simulations

Nous l'avons souligné dans le chapitre 3, lorsque l'on compare les résultats de simulations des scénarios de référence avec la situation initiale, l'évolution démographique a un impact beaucoup plus fort que le changement de régime alimentaire dans la croissance simulée des besoins alimentaires de la région Afrique du Nord –Moyen-Orient. Comme nous raisonnons ici en variantes par rapport à la projection démographique médiane utilisée dans les scénarios de référence et que nous comparons nos résultats par rapport au scénario de référence 2, nous n'allons pas retrouver ce résultat mais il existe toujours bel et bien.

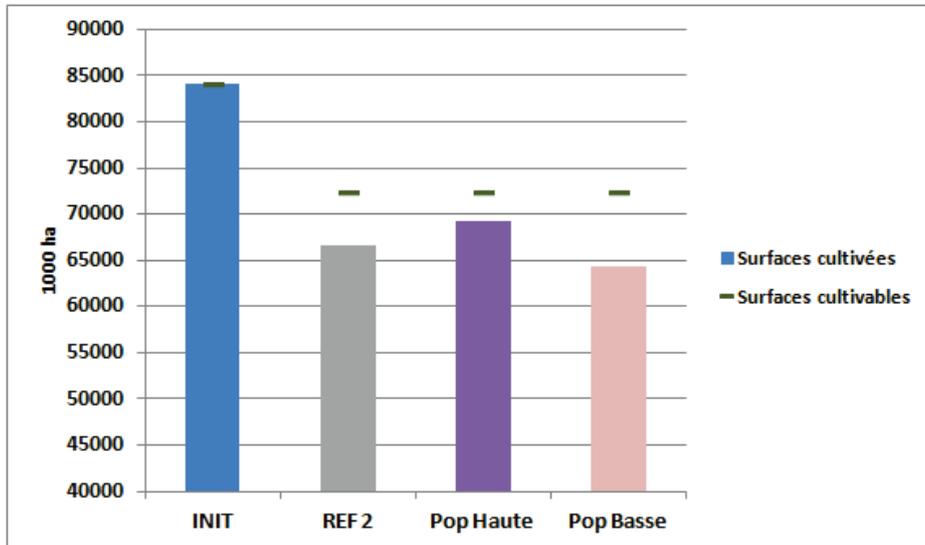
De manière schématique, dans le scénario « Pop Haute», les besoins alimentaires de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et de ses 5 sous-régions sont accrus par rapport au scénario de référence 2. Ce scénario joue par conséquent dans le sens d'un accroissement des tensions sur les terres cultivables, d'une augmentation des volumes importés et d'une aggravation de la dépendance nette aux importations des 5 sous-régions et de la région dans son ensemble. Le scénario « Pop Basse » joue, lui, dans le sens inverse.

La figure 4.12 confirme l'effet attendu en ce qui concerne la surface cultivée dans l'ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient : cette surface s'accroît et passe de 67 millions d'hectares dans le scénario de référence 2 à 69 millions d'hectares dans le scénario « Pop Haute » ; elle se réduit à 64 millions

population projetée après révision (298 millions d'habitants) resterait en-deçà de la borne supérieure de l'ancienne projection (324 millions).

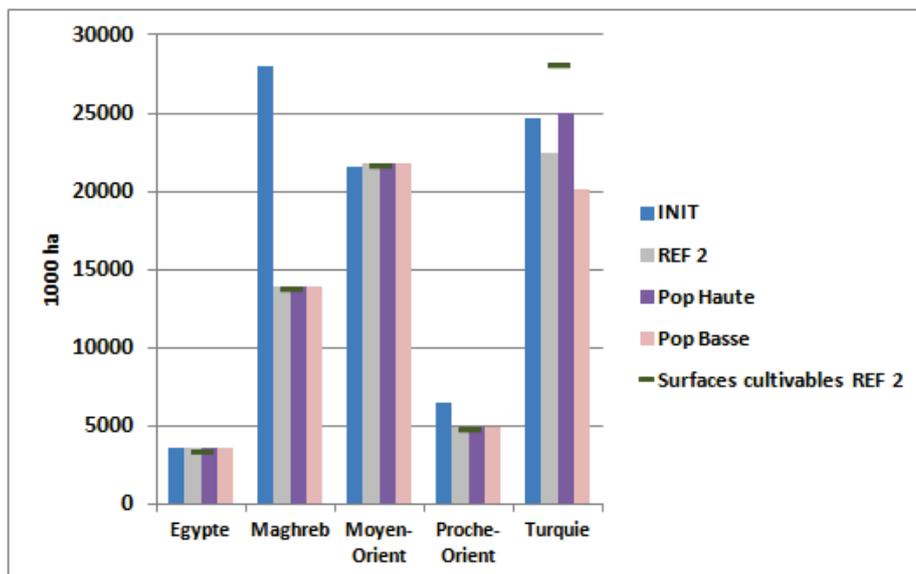
d'hectares dans le scénario « Pop Basse ». Ce résultat confirme également le caractère symétrique des effets des scénarios « Pop Haute » et « Pop Basse ».

Figure 4.12 – Surface cultivée dans la situation initiale (INIT) et à l'issue du scénario de référence 2 (REF 2) et des scénarios alternatifs « Pop Haute » et « Pop Basse », région Afrique du Nord – Moyen-Orient (milliers d'hectares)



La figure 4.13 indique que l'impact observé au niveau de la région dans son ensemble provient exclusivement de la Turquie. En effet, dans cette sous-région qui ne sature pas sa contrainte de surface, le surcroît ou la diminution des besoins alimentaires nationaux se traduit effectivement par une plus ou moins grande surface cultivée requise par rapport au scénario de référence 2. Ce n'est pas le cas dans les 4 autres sous-régions qui saturent leur contrainte de surface et pour lesquelles l'alternative démographique ne modifie pas cette situation. Dans ces 4 sous-régions, l'alternative démographique se traduit seulement en termes de volumes importés et de taux de dépendance nette aux importations.

Figure 4.13 - Surface cultivée dans la situation initiale (INIT) et à l'issue du scénario de référence 2 (REF 2) et des scénarios alternatifs « Pop Haute » et « Pop Basse », pour les 5 sous-régions (milliers d'hectares)



Du côté des volumes importés, l'ajustement résulte de deux mouvements qui s'additionnent. Tout d'abord, l'alternative démographique modifie les besoins alimentaires de la zone concernée par rapport au scénario de référence 2. Il en résulte un ajustement des utilisations domestiques totales, à la hausse dans le scénario « Pop Haute » et à la baisse dans le scénario « Pop Basse ». Les volumes importés qui, *via* les coefficients de dépendance aux importations, sont indexés sur ces utilisations totales évoluent dans le même sens.

Parallèlement, dans les sous-régions saturant leur contrainte de surface, les coefficients de dépendance à l'importation s'ajustent de manière endogène : schématiquement, ils augmentent relativement plus par rapport au scénario de référence 2 lorsque les pressions sur les surfaces s'accroissent (ici, dans le cas du scénario « Pop Haute »), et relativement moins, par rapport à ce même scénario de référence 2, lorsque les pressions sur les surfaces se desserrent (« Pop Basse »). Ce second effet vient par conséquent s'ajouter au premier : il joue dans le même sens que le premier effet sur les volumes importés, positivement dans le scénario « Pop Haute », négativement dans le scénario « Pop Basse ».

La figure 4.14 montre bien que les importations totales en kilocalories des 5 sous-régions sont sensibles à l'alternative démographique : elles augmentent par rapport au scénario de référence 2 à l'issue du scénario « Pop Haute » et elles diminuent à l'issue du scénario « Pop Basse ». La dépendance nette aux importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et de ses 5 sous-régions suit le même mouvement (fig. 4.15). Il est à noter que l'impact de l'alternative démographique sur cette dépendance nette est relativement faible : cette dernière croît de 53 à 55 % entre le scénario de référence 2 et le scénario « Pop Haute » et s'établit à 50 % dans le cas du scénario « Pop Basse ».

Figure 4.14 – Importations totales des 5 sous-régions dans situation initiale (INIT) et à l'issue du scénario de référence 2 (REF 2) et des scénarios alternatifs « Pop Haute » et « Pop Basse » (kilocalories)

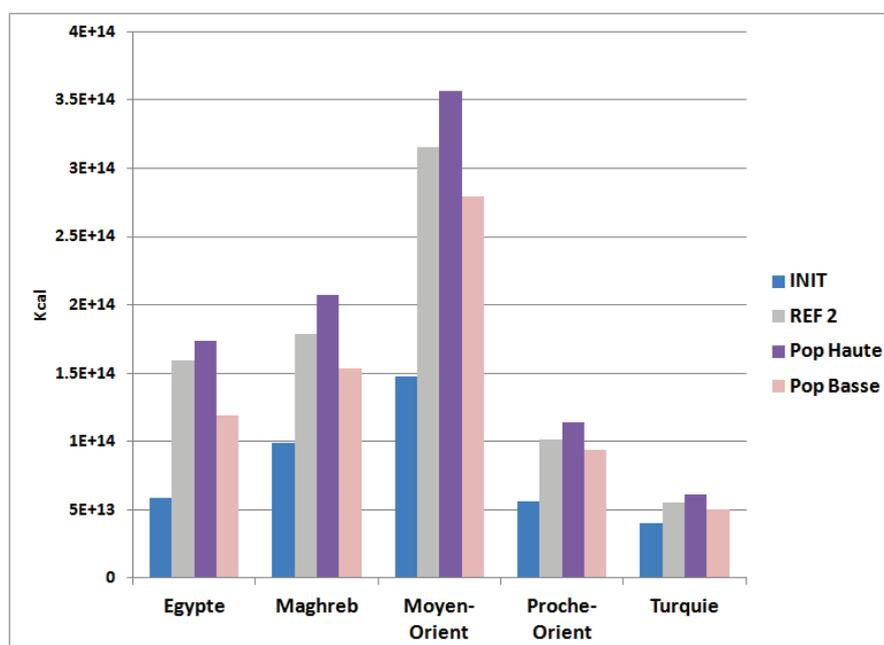
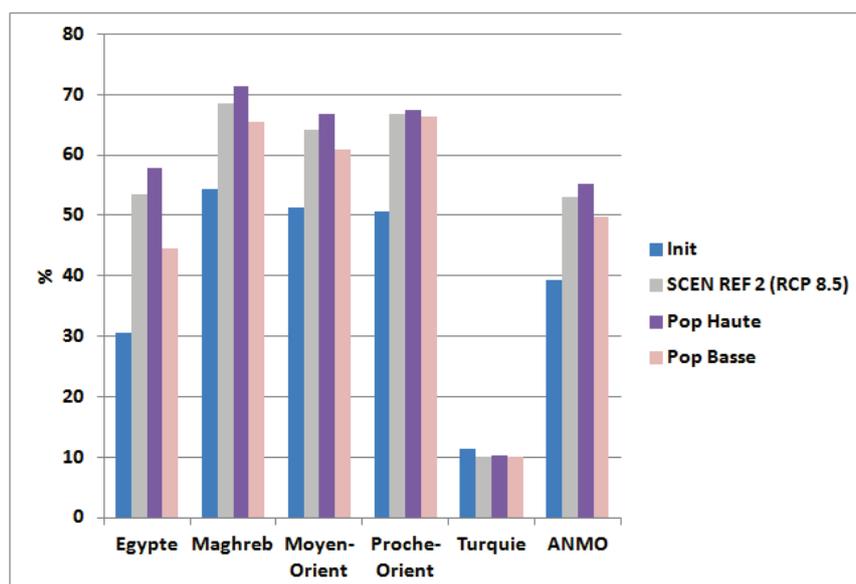


Figure 4.15 – Dépendance nette aux importations de la région ANMO et de ses 5 sous-régions dans la situation initiale (INIT) et à l'issue du scénario de référence 2 (REF 2) et des scénarios alternatifs « Pop Haute » et « Pop Basse » (part en % des importations nettes dans les utilisations totales domestiques exprimées en kilocalories)



2.1.2. Le rattrapage économique et nutritionnel du Moyen-Orient

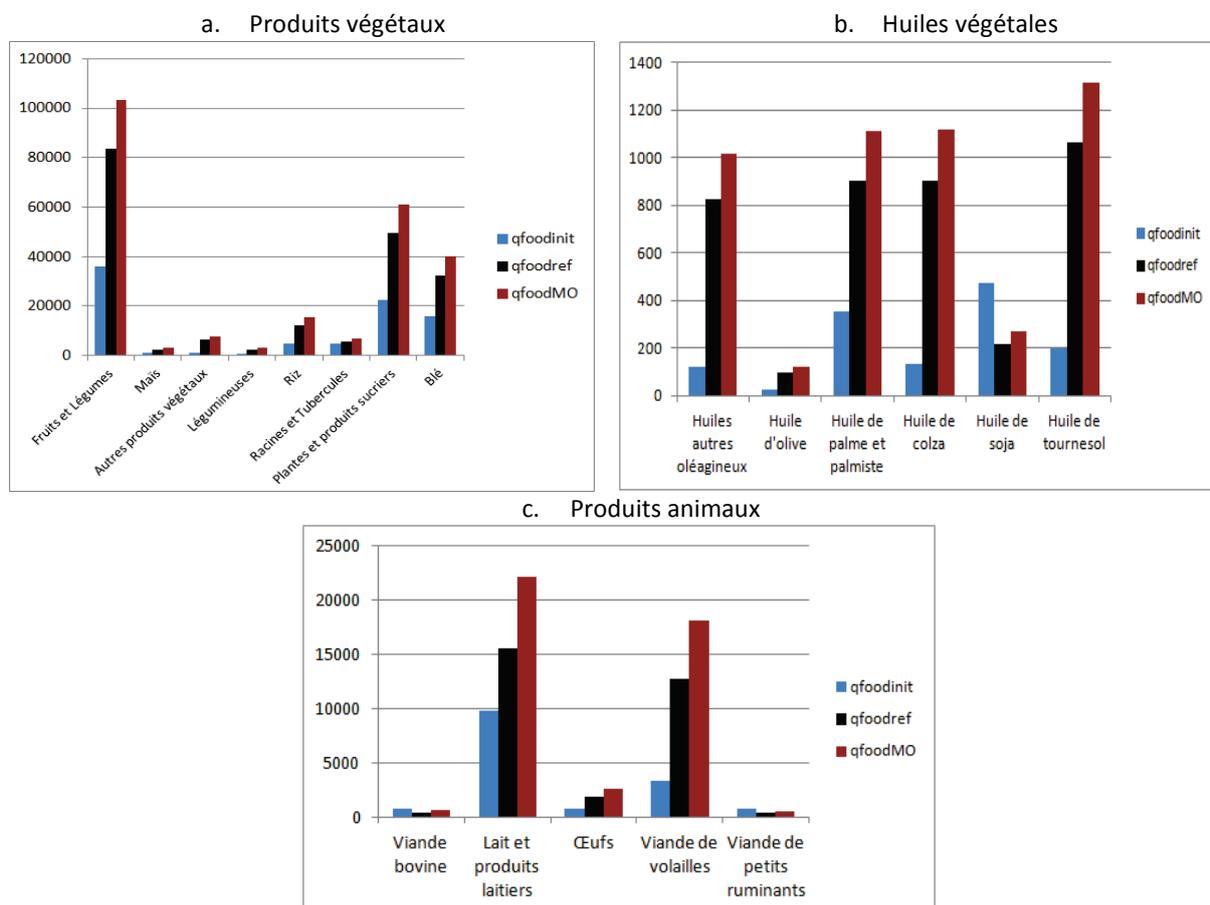
La sous-région Moyen-Orient n'a pas vu sa disponibilité alimentaire augmenter au même rythme que les autres sous-régions à partir des années 1990 en raison, d'une part, des conflits qui l'ont agitée et qui ont beaucoup pesé sur les disponibilités alimentaires en Irak et, d'autre part, de la faiblesse du développement économique de l'Iran. Dans les scénarios de référence, toutes les sous-régions atteignent ainsi une disponibilité de 3 700 Kcal/hab/jour en 2050, sauf le Moyen-Orient qui, du fait du poids de l'Iran et de l'Irak, reste largement en-deçà de ce niveau de développement nutritionnel (3 000 Kcal/hab/jour en 2050).

Dans notre scénario alternatif « Rattrapage du Moyen-Orient », nous envisageons un rattrapage économique et nutritionnel de cette sous-région qui se traduit par un alignement de sa disponibilité alimentaire sur les 3 700 Kcal/hab/jour atteints par les autres sous-régions de la zone, tout en gardant sa structure de consommation constante par rapport aux scénarios de référence. Compte tenu du poids démographique du Moyen-Orient, cette hypothèse alternative accroît de façon significative les besoins alimentaires de cette sous-région.

Les hypothèses alternatives adoptées

Dans le scénario « Rattrapage du Moyen-Orient », la demande humaine de tous les produits au Moyen-Orient augmente équiproportionnellement de +23 % par rapport à son niveau dans le scénario de référence 2. L'impact de cette hypothèse sur la demande humaine pour les principaux produits végétaux et animaux est présenté en figure 4.16. Notre hypothèse implique des tonnages supplémentaires consommés particulièrement conséquents pour les fruits et légumes, les plantes et produits sucriers et le blé du côté des cultures, pour les huiles de palme, de colza et de tournesol du côté des huiles, et pour le lait et les produits laitiers et la viande de volaille en ce qui concerne les produits animaux.

Figure 4.16 – Demande alimentaire par produit du Moyen-Orient dans la situation initiale (qfoodinit), dans les scénarios de référence (qfoodref) et dans le scénario alternatif « Rattrapage du Moyen-Orient » (qfoodMO) (en milliers de tonnes)



Résultats de simulations

Dans le scénario de référence 2, le Moyen-Orient sature déjà sa contrainte de surface. La surface cultivée ne peut donc pas s'étendre pour répondre au surcroît de demande alimentaire domestique induit par le scénario « Rattrapage du Moyen-Orient » (fig. 4.17). C'est là encore *via* l'ajustement des importations que vont se traduire les effets de ce scénario.

N'ayant plus de surfaces cultivables disponibles, le Moyen-Orient se voit contraint d'accroître ses importations pour couvrir le surcroît de demande alimentaire domestique. Ainsi, du fait de l'augmentation de ses utilisations intérieures totales et de l'ajustement à la hausse plus marqué de ses coefficients de dépendance à l'importation, le Moyen-Orient voit ses importations en volume, tous produits confondus, s'accroître de près de +30 % par rapport au scénario de référence 2 (fig. 4.18). Dans les autres sous-régions, les importations en volume restent à peu près stables.

Figure 4.17 – Surface cultivée dans la situation initiale (INIT), dans le scénario de référence 2 (REF 2) et à l'issue du scénario alternatif « Rattrapage du Moyen Orient » (Rattrapage MO), dans les 5 sous-régions (milliers d'hectares)

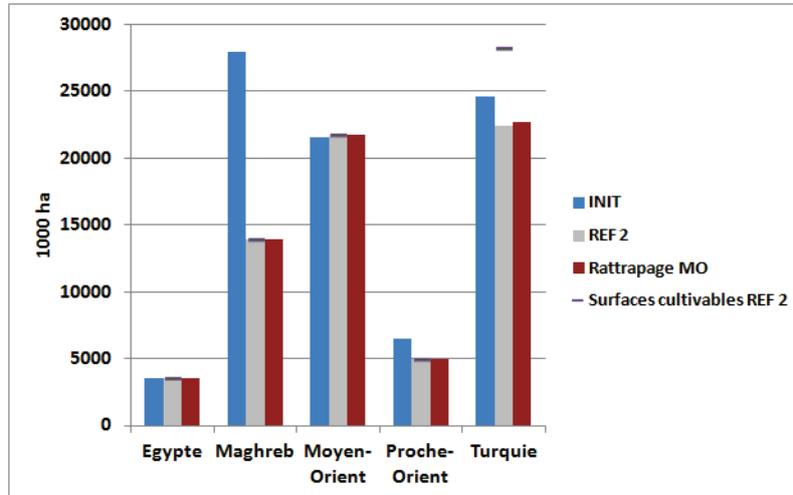
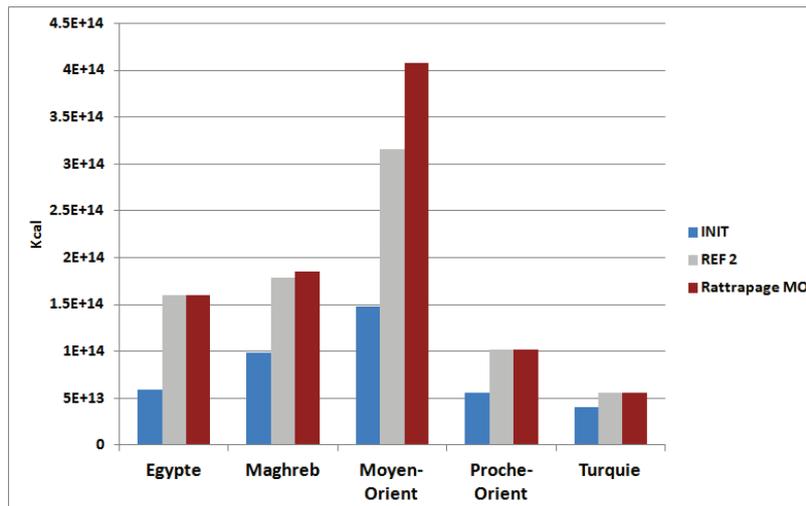


Figure 4.18 - Importations totales des 5 sous-régions dans la situation initiale (INIT), dans le scénario de référence 2 (REF 2) et à l'issue du scénario alternatif « Rattrapage du Moyen Orient » (Rattrapage MO) (kilocalories)

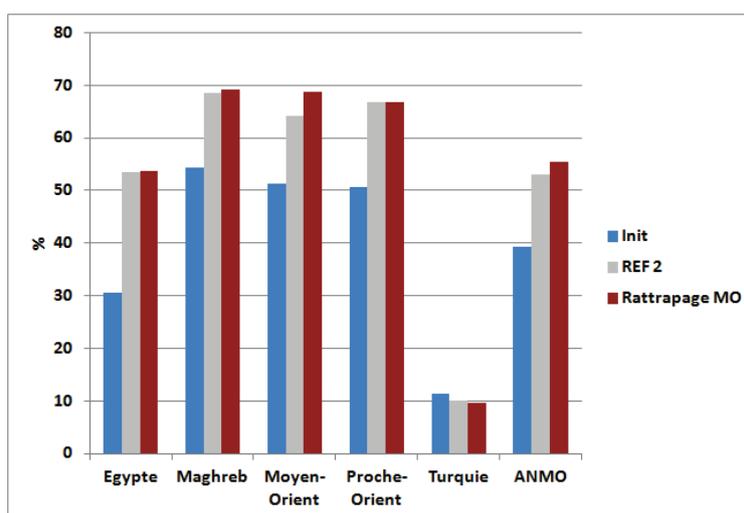


Ainsi, le Moyen-Orient enregistre une augmentation de sa dépendance nette aux importations qui passe de 64 % dans le scénario de référence 2 à 69 % dans le scénario alternatif « Rattrapage du Moyen-Orient » (fig. 4.19). Compte tenu du poids démographique du Moyen-Orient, cette augmentation de sa dépendance impacte de manière visible la dépendance aux importations agricoles et agro-alimentaires de l'ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient, qui augmente ainsi de 2 points de pourcentage relativement au scénario de référence 2 (de 53 % à 55 %). En d'autres termes, un rattrapage économique et nutritionnel du Moyen-Orient (tel que porté par l'alternative « Rattrapage du Moyen-Orient ») induirait une augmentation de la dépendance aux importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient d'un même ordre de grandeur (+2 points de pourcentage) qu'une croissance plus marquée de la population totale de cette région (telle que portée par l'alternative « Pop Haute »).

Comme dans les scénarios précédents, la Turquie n'utilise pas toute sa surface cultivable. Or, face à un accroissement de la demande d'importations du Moyen-Orient, on pourrait imaginer que ce nouveau débouché incite la Turquie à mettre en culture ses surfaces cultivables inutilisées. Ce calcul

ex-post est effectué dans le cadre de l'alternative « occidentalisation » des régimes alimentaires (cf. paragraphe suivant) qui intègre le rattrapage économique et nutritionnel du Moyen-Orient et qui nous semble plus intéressante en termes d'enseignement pour l'avenir du système agricole et alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient.

Figure 4.19 - Dépendance nette aux importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et de ses 5 sous-régions dans la situation initiale (INIT), dans le scénario de référence 2 (REF 2) et à l'issue du scénario alternatif « Rattrapage du Moyen Orient » (Rattrapage MO) (part en % des importations nettes dans les utilisations domestiques totales exprimées en kilocalories)

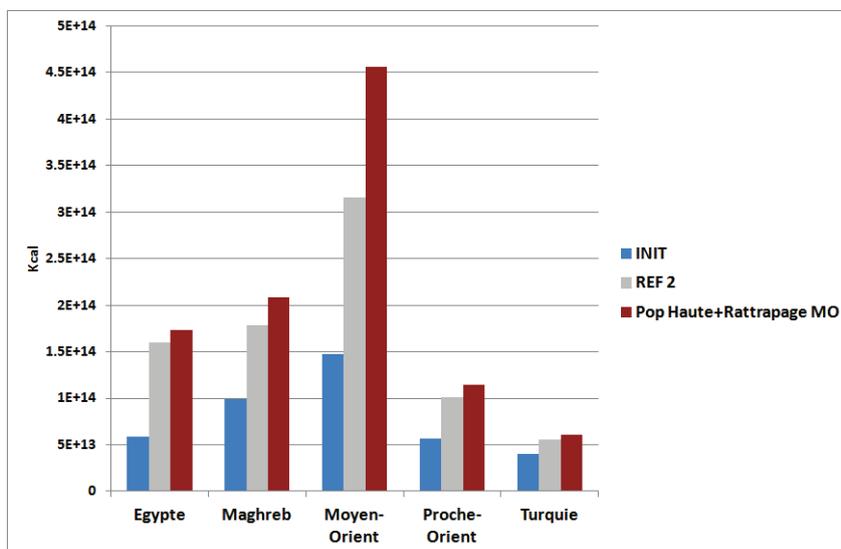


2.1.3. Combinaison du rattrapage du Moyen-Orient et de l'hypothèse haute d'évolution démographique

L'idée ici est d'examiner l'impact sur l'équilibre ressources agricoles – demandes alimentaires de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient de la combinaison de la projection démographique haute de l'ONU (« Pop Haute ») et de l'hypothèse de rattrapage économique et nutritionnel du Moyen-Orient (« Rattrapage MO »), deux alternatives qui contribuent à accroître la demande alimentaire de la région.

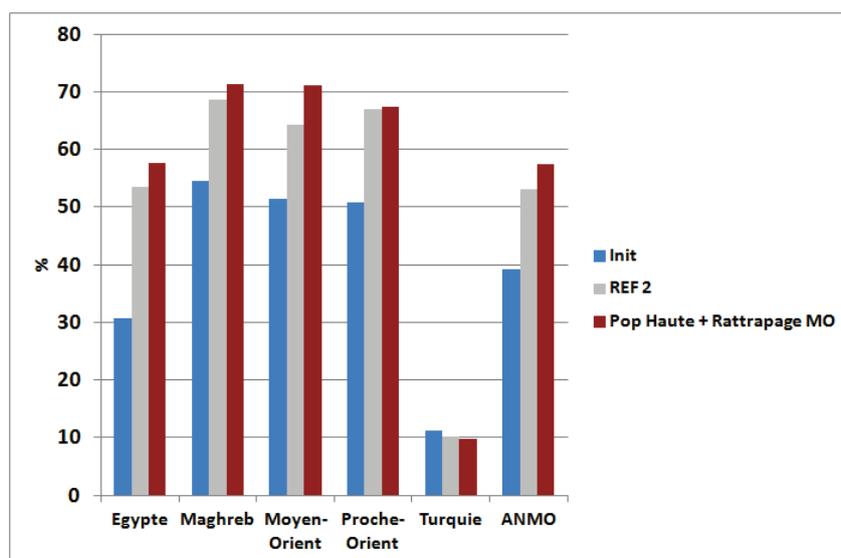
Encore une fois, la saturation de leur contrainte de surface empêche 4 sous-régions sur 5 d'étendre leurs surfaces cultivées pour répondre à l'augmentation de leurs demandes domestiques. Seule la surface cultivée turque peut s'ajuster à la hausse. Dans les autres sous-régions, l'ajustement se fait via les importations qui doivent augmenter de manière très significative pour répondre au surcroît de demande alimentaire. Pour le Moyen-Orient, par exemple, les importations totales (en kilocalories) augmentent de +44 % par rapport au scénario de référence 2 (fig. 4.20), au lieu de +30 % dans le scénario « Rattrapage du Moyen Orient » seul ou de + 13 % dans l'alternative « Pop Haute » seule. Les importations des autres sous-régions évoluent comme dans le scénario « Pop Haute ».

Figure 4.20 - Importations totales des 5 sous-régions dans la situation initiale (INIT), dans le scénario de référence 2 (REF 2) et à l'issue du scénario alternatif « Pop Haute + Rattrapage du Moyen Orient » (kilocalories)



Au total, la dépendance nette de la région dans son ensemble pourrait s'établir à plus de 57 % (contre 55 % dans les scénarios précédents « Rattrapage MO » et « Pop Haute » pris séparément), celle du Moyen-Orient atteignant 71 % (contre 69 et 67 % dans les scénarios précédents), niveau qui met cette sous-région dans une situation d'extrême dépendance aux importations pour son alimentation (fig. 4.21). Ce résultat illustre l'impact significatif que pourrait avoir une croissance démographique plus marquée accompagnée d'un rattrapage économique et nutritionnel au Moyen-Orient sur le système agricole et alimentaire de cette sous-région, qui pourrait se retrouver dans une situation difficile quant à son approvisionnement, notamment en cas de réduction de la rente pétrolière moyen-orientale.

Figure 4.21 - Dépendance nette aux importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et de ses 5 sous-régions dans la situation initiale (INIT), dans le scénario de référence 2 (REF 2) et à l'issue du scénario alternatif « Pop Haute + Rattrapage du Moyen Orient » (part en % des importations nettes dans les utilisations domestiques totales exprimées en kilocalories)



2.2. Modifications des caractéristiques de la demande alimentaire

Au-delà de la démographie et de l'évolution quantitative des régimes alimentaires (kilocalories par habitant et par jour), les changements dans la structure de ces régimes ont également un effet en termes de demande alimentaire et, par suite, influencent l'équilibre des systèmes agricoles et alimentaires régionaux. Deux jeux d'hypothèses alternatives sont considérés pour cette analyse de sensibilité : une occidentalisation des régimes alimentaires de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient d'une part, le passage à un régime dit « méditerranéen », adoptant un niveau d'apports caloriques plus proche des recommandations nutritionnelles, accompagné d'un retour aux canons alimentaires de la région.

2.2.1. Une occidentalisation plus prononcée des régimes alimentaires

L'occidentalisation des régimes alimentaires de la région revient à les ajuster de façon à leur donner les traits caractéristiques d'une transition nutritionnelle à l'occidentale, ce qui se traduit par : une augmentation de la part des produits animaux, du sucre et des huiles dans les apports caloriques journaliers. Dans la région ANMO, ces ajustements se font au détriment des fondamentaux du régime méditerranéen et induisent par conséquent une diminution de la part des céréales, des légumineuses et des fruits et légumes dans les apports caloriques journaliers.

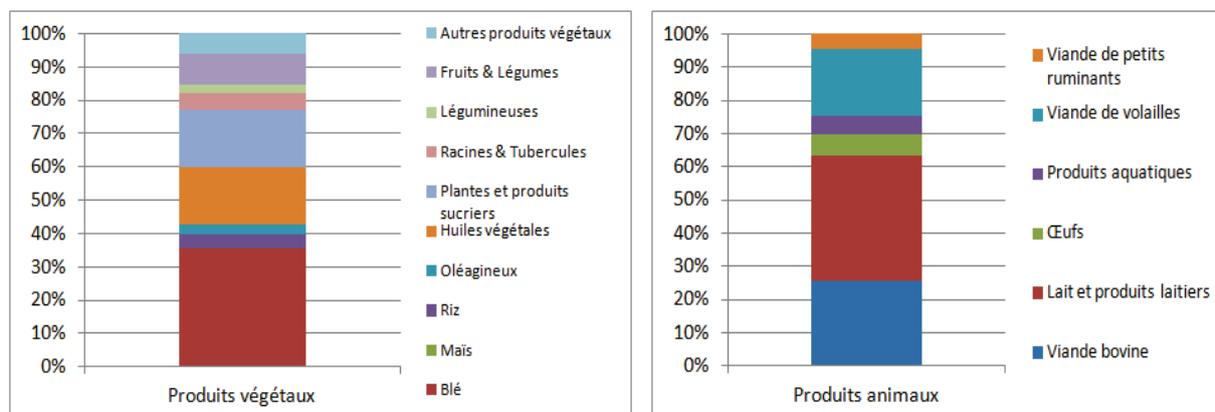
Les hypothèses alternatives adoptées

Dans ce scénario alternatif, dénommé « Occidentalisation », nous conservons le plafond de disponibilité alimentaire de 3 700 Kcal/hab/jour déjà atteint par toutes les sous-régions, excepté le Moyen-Orient dans le scénario de référence 2. Par souci de cohérence, nous nous situons dans le contexte d'un rattrapage économique et nutritionnel du Moyen-Orient (tel que porté par le scénario précédent « Rattrapage du Moyen-Orient ») et adoptons ce même plafond de 3 700 Kcal/hab/jour pour cette sous-région.

Pour ne pas trop nous éloigner des habitudes alimentaires traditionnelles et culturelles de la zone, nous avons choisi d'appliquer à toutes les sous-régions la structure du régime alimentaire du Liban (régime moyen 2009-2011), pays considéré comme « le plus occidentalisé » en matière nutritionnelle de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. Dans la situation 2009-2011, le régime libanais s'établit à 3 100 Kcal/hab/jour et la part des produits animaux est de 14 %. Le régime libanais a donc d'abord été ajusté à 3 700 Kcal/hab/jour avec 20 % de calories animales, de façon à le rapprocher au mieux, sur ces deux critères, d'un régime occidental plus classique. Dans un second temps, nous faisons évoluer les régimes des 5 sous-régions de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient vers la structure du régime libanais. Ainsi, le régime alimentaire de toutes les sous-régions, porté par le scénario « Occidentalisation », possède les caractéristiques suivantes (fig. 4.22) :

- 2960 Kcal de produits végétaux et 740 Kcal de produits animaux ;
- les produits végétaux les plus consommés sont le blé (35 % des calories végétales), les huiles et le sucre (17 % des calories végétales chacun) et les fruits et légumes (9 %) ;
- parmi les produits animaux, les produits laitiers représentent la plus grande part (38 % des calories animales), suivis de la viande bovine (26 %) et de la viande de volaille (20 %). La viande de petits ruminants ne représente plus que 5 % des calories animales ingérées.

Figure 4.22 – Structure du régime alimentaire appliqué à chaque sous-région de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans le scénario alternatif « Occidentalisation »
(en % des calories végétales et animales respectivement)

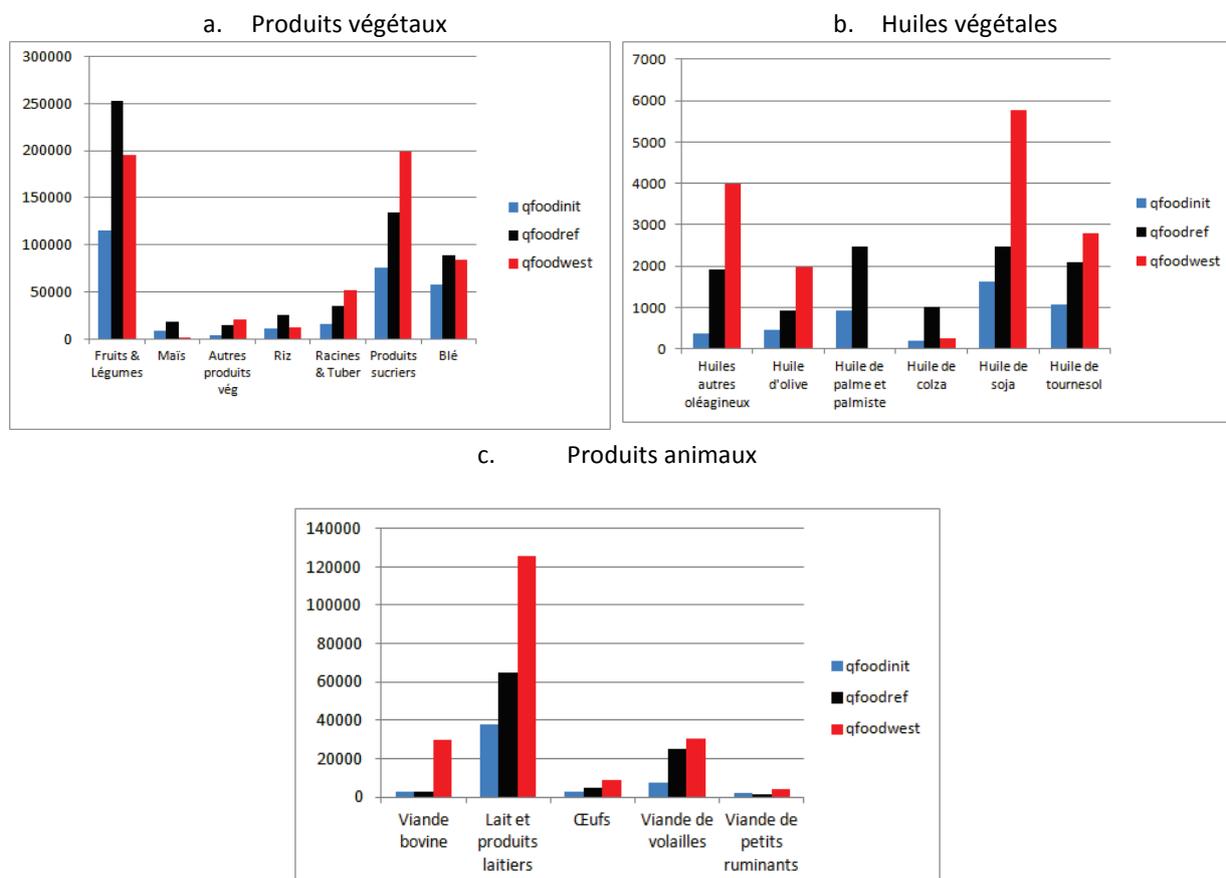


Cet ajustement des régimes alimentaires des 5 sous-régions de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient implique des variations significatives de demande, différenciées par produit et par sous-région. Au niveau de la région dans son ensemble, et comme l'indique le graphique 4.23, le scénario « Occidentalisation » implique :

- une explosion de la demande alimentaire de viande bovine, de lait et produits laitiers (dont les tonnages initiaux sont conséquents) et de viande de petits ruminants, par rapport au scénario de référence 2 ;
- une explosion de la demande alimentaire d'huiles et, en particulier, d'huile de soja ;
- une augmentation substantielle de la demande alimentaire de plantes et produits sucriers ;
- une réduction significative de la demande alimentaire de fruits et légumes ;
- une diminution de la demande alimentaire de céréales.

Si l'on traduit le passage du régime alimentaire de la région Afrique du Nord –Moyen-Orient du scénario de référence 2 vers le scénario « Occidentalisation » en termes de surface requise, on s'aperçoit que la réduction de la consommation de céréales et de fruits et légumes devrait libérer des surfaces cultivables, qui pourront être utilisées pour répondre au surcroît de consommation de sucre et d'huiles. Parallèlement, l'augmentation de la consommation de produits animaux devrait se traduire par un besoin accru d'alimentation animale et donc, de surfaces cultivables mais surtout de surfaces en pâture.

Figure 4.23 – Demande alimentaire de la région Afrique du Nord Moyen-Orient dans la situation initiale (qfoodinit), dans le scénario de référence 2 (qfoodref) et dans le scénario « Occidentalisation » (qfoodwest) (en milliers de tonnes)



Résultats de simulations

Comme indiqué précédemment, on peut d’ores et déjà s’attendre, à l’issue du scénario « Occidentalisation », à un agrandissement substantiel de la surface en pâture dans la région. En ce qui concerne les surfaces cultivées, plusieurs effets contraires s’affrontent mais il serait étonnant qu’au total, la pression sur les terres cultivables se desserre significativement à l’issue du scénario « Occidentalisation ».

La figure 4.24 confirme cette intuition : on y voit que la surface cultivée de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble augmente très légèrement à l’issue du scénario « Occidentalisation » relativement au scénario de référence 2 (68 *versus* 67 millions d’hectares). Cette augmentation est l’apanage de la Turquie, les surfaces cultivées des 4 autres sous-régions saturant leur contrainte de surface, restant stables entre le scénario de référence 2 et le scénario « Occidentalisation » (fig. 4.25).

Figure 4.24 – Surface cultivée dans la situation initiale (INIT), dans le scénario de référence 2 (REF 2) et à l'issue du scénario alternatif « Occidentalisation », ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient (milliers d'hectares)

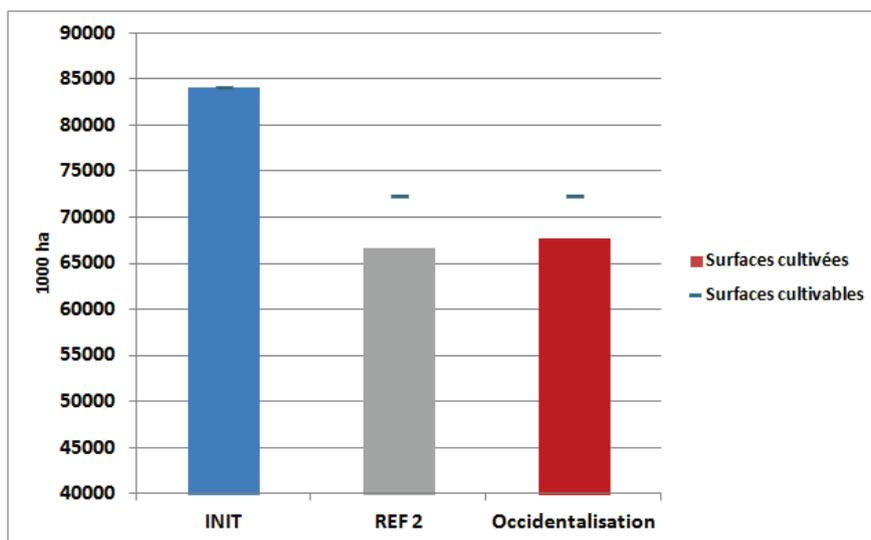
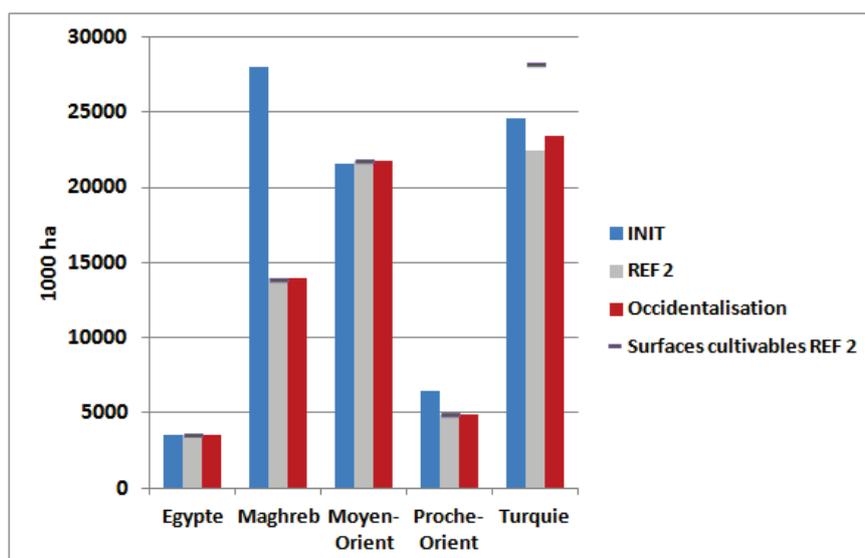
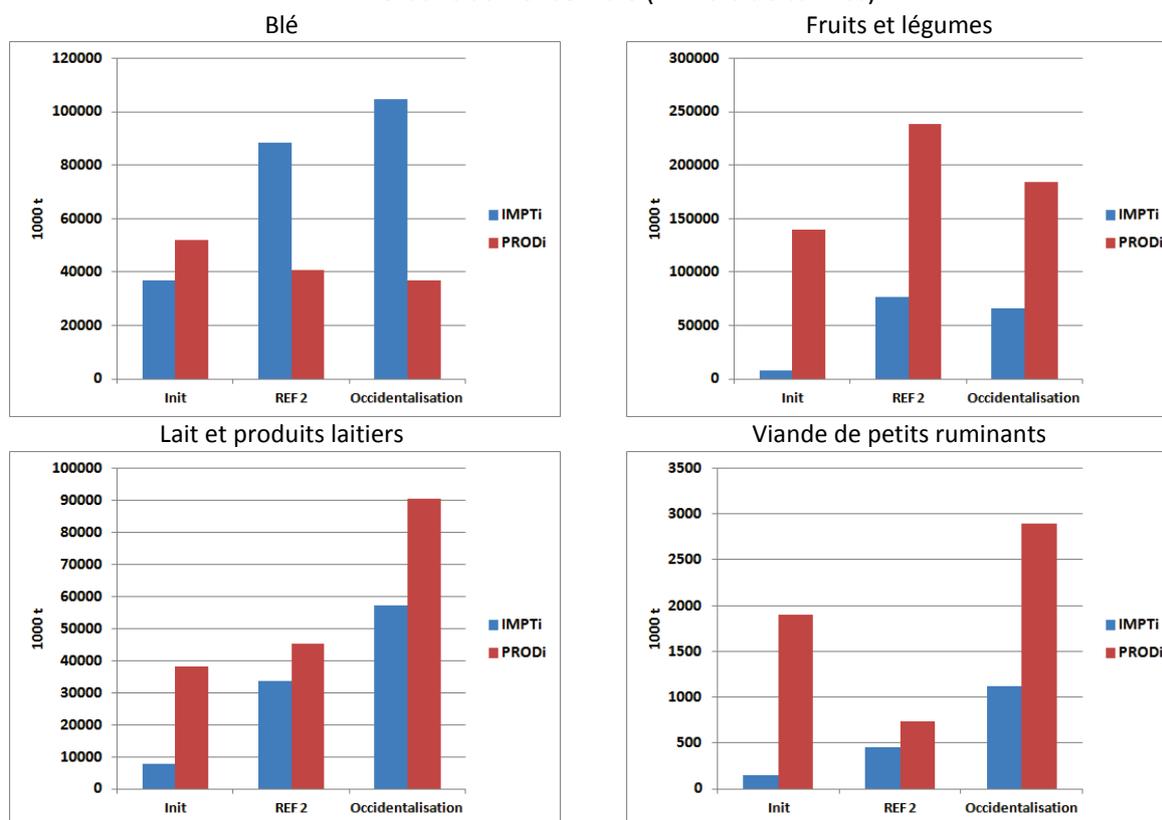


Figure 4.25 – Surface cultivée dans la situation initiale (INIT), dans le scénario de référence 2 (REF 2) et à l'issue du scénario alternatif « Occidentalisation », pour les 5 sous-régions (milliers d'hectares)



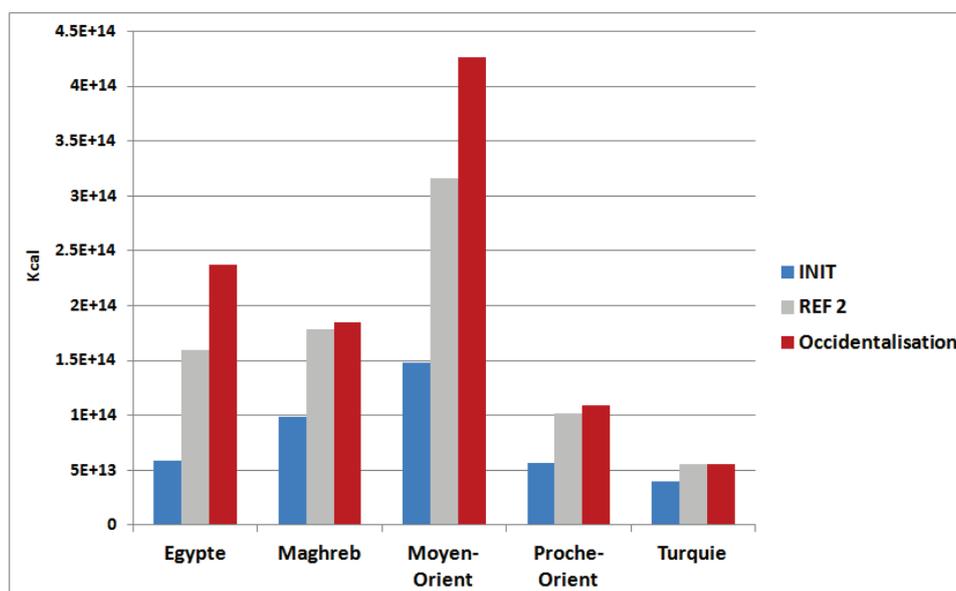
Face à l'impossibilité d'étendre les surfaces cultivées dans les sous-régions contraintes, la réponse aux variations de demande alimentaire passe par une combinaison d'ajustements importations-production domestique : les produits dont la demande alimentaire diminue, libèrent en effet des surfaces qui peuvent permettre l'ajustement de la production domestique des produits dont la demande alimentaire s'accroît. Nous présentons, en figure 4.26, pour la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble, les ajustements des importations et de la production domestique du blé et des fruits et légumes, dont la demande alimentaire diminue, et du lait/produits laitiers et de la viande de petits ruminants, dont la demande alimentaire s'accroît. Ces graphiques illustrent bien les mouvements d'ajustements décrits ci-dessus.

Figure 4.26 – Importations et production de quelques produits dans la situation initiale (INIT) et à l’issue du scénario de référence 2 (REF 2) et du scénario alternatif « Occidentalisation », région ANMO dans son ensemble (milliers de tonnes)



Au total, et en dépit des ajustements possibles des productions domestiques, les importations totales de toutes les sous-régions augmentent à l’issue du scénario « Occidentalisation » relativement au scénario de référence 2 (fig. 4.27). Les hausses sont notables pour l’Égypte et le Moyen-Orient (+ 48 % et + 35 %, respectivement, par rapport au scénario de référence 2), faibles à très faibles pour les 3 autres sous-régions.

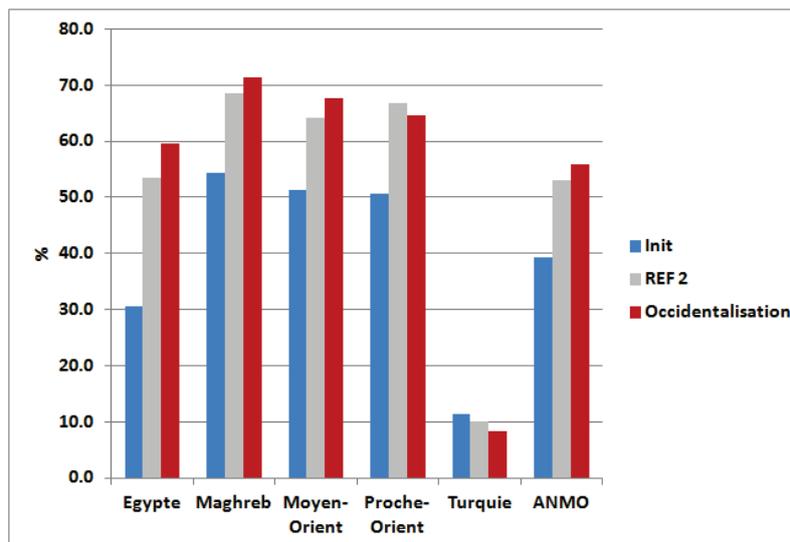
Figure 4.27 – Importations totales des 5 sous-régions dans la situation initiale (INIT) et à l’issue du scénario de référence 2 (REF 2) et du scénario alternatif « Occidentalisation » (kilocalories)



Sans surprise, le scénario « Occidentalisation » entraîne une accentuation de la dépendance nette aux importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, qui passe de 53 % dans le scénario de référence 2 à 56 %. Les dépendances nettes des 4 sous-régions saturant leur contrainte de surface augmentent également. Elles atteignent des niveaux très élevés à l'issue du scénario « Occidentalisation » : 60 % pour l'Égypte, 65 % pour le Proche-Orient, 68 % pour le Moyen-Orient et jusqu'à 71 % pour le Maghreb (fig. 4.28).

Si la Turquie utilisait la totalité de sa surface cultivable, elle serait en mesure d'accroître sa production domestique et de diminuer ses importations. Dans ce cas, le scénario « Occidentalisation » l'amènerait vers un niveau de dépendance nette aux importations d'environ - 9 %, indiquant que la Turquie deviendrait exportateur net de produits agricoles et agro-alimentaires. Cette exploitation par la Turquie de la totalité de son potentiel de production permettrait de limiter la croissance de la dépendance nette aux importations de l'ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient qu'implique le scénario « Occidentalisation » : de 56 %, elle redescendrait à 53 % (le niveau obtenu à l'issue du scénario de référence 2).

Figure 4.28 – Dépendance nette aux importations dans la situation initiale (INIT) et à l'issue du scénario de référence 2 (REF 2) et du scénario alternatif « Occidentalisation », région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses 5 sous-régions (part en % des importations nettes dans les utilisations domestiques totales exprimées en kilocalories)



Le scénario « Occidentalisation » impliquant de fortes augmentations de la demande alimentaire de produits animaux (notamment, de lait et produits laitiers et de viande de petits ruminants), il se traduit par des ajustements à la hausse des productions domestiques de ces produits et, par suite, un besoin accru de surfaces en pâture. C'est ce qu'illustre la figure 4.29 : pour répondre aux besoins accrus de produits animaux qu'impliquerait une occidentalisation de ses régimes alimentaires, la région Afrique du Nord – Moyen-Orient devrait mettre en exploitation 452 millions d'hectares de pâtures supplémentaires relativement au scénario de référence. Ces surfaces en pâture concernent, pour l'essentiel, le Moyen-Orient et, dans une moindre mesure, l'Égypte (fig. 4.30).

La surface en pâture de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, requise à l'issue du scénario « Occidentalisation », représentant presque le double de la surface en pâture initiale, il semble que l'on atteigne là les limites du système agricole et alimentaire de la région.

Figure 4.29 – Surface en pâture dans la situation initiale (INIT), et à l’issue du scénario de référence 2 (REF 2) et du scénario alternatif « Occidentalisation », ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient (milliers d’hectares)

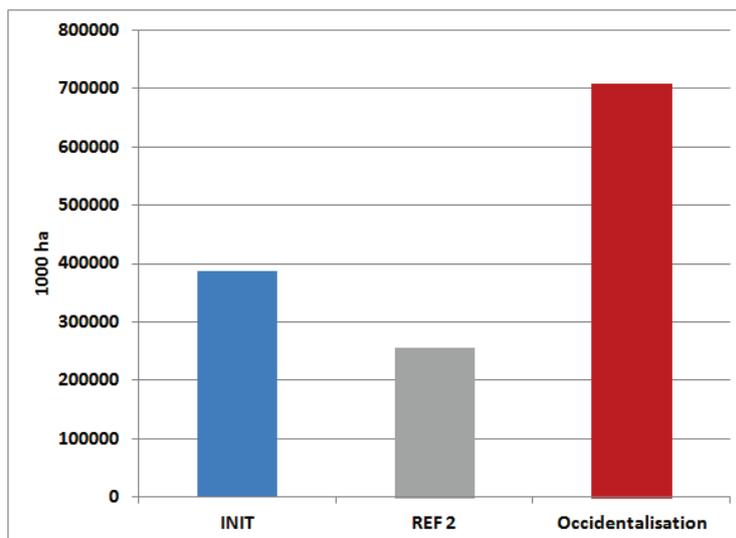
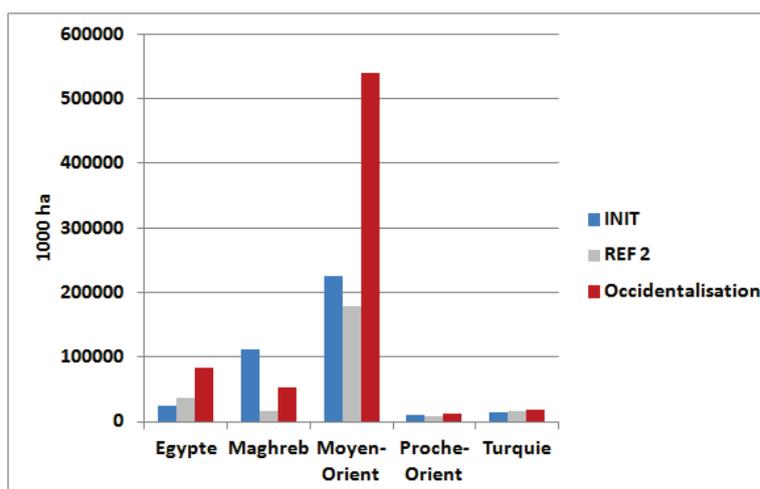


Figure 4.30 - Surface en pâture dans la situation initiale (INIT), et à l’issue du scénario de référence 2 (REF 2) et du scénario alternatif « Occidentalisation », 5 sous-régions (milliers d’hectares)



Au final, nos résultats suggèrent que le système agricole et alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, dans un contexte de changement climatique soutenu, ne serait pas en mesure de répondre à une occidentalisation de ses régimes alimentaires, même telle que simulée ici, soit l’adoption d’une diète libanaise, encore loin du modèle anglosaxon. Même en important de l’étranger 60 à 70 % de leurs besoins alimentaires, certaines sous-régions, comme le Moyen-Orient ou l’Egypte, se heurteraient à un problème de ressource en surfaces de pâture. La contrainte de ressource en surface de pâture invite à réfléchir sur les leviers qui pourraient être activés pour augmenter l’efficacité des élevages de ruminants d’une part, accroître la productivité des pâtures d’autre part, dans une zone où cette productivité reste très faible.

2.2.2. Une convergence vers un régime dit « méditerranéen »

Dans le scénario alternatif considéré ici, on envisage une convergence des apports caloriques journaliers vers un niveau proche des recommandations nutritionnelles, accompagnée d’une recomposition de la diète éliminant les éléments de transition nutritionnelle observés dans la région au cours des quarante dernières années. Ainsi, le régime alimentaire dit « méditerranéen » limite les

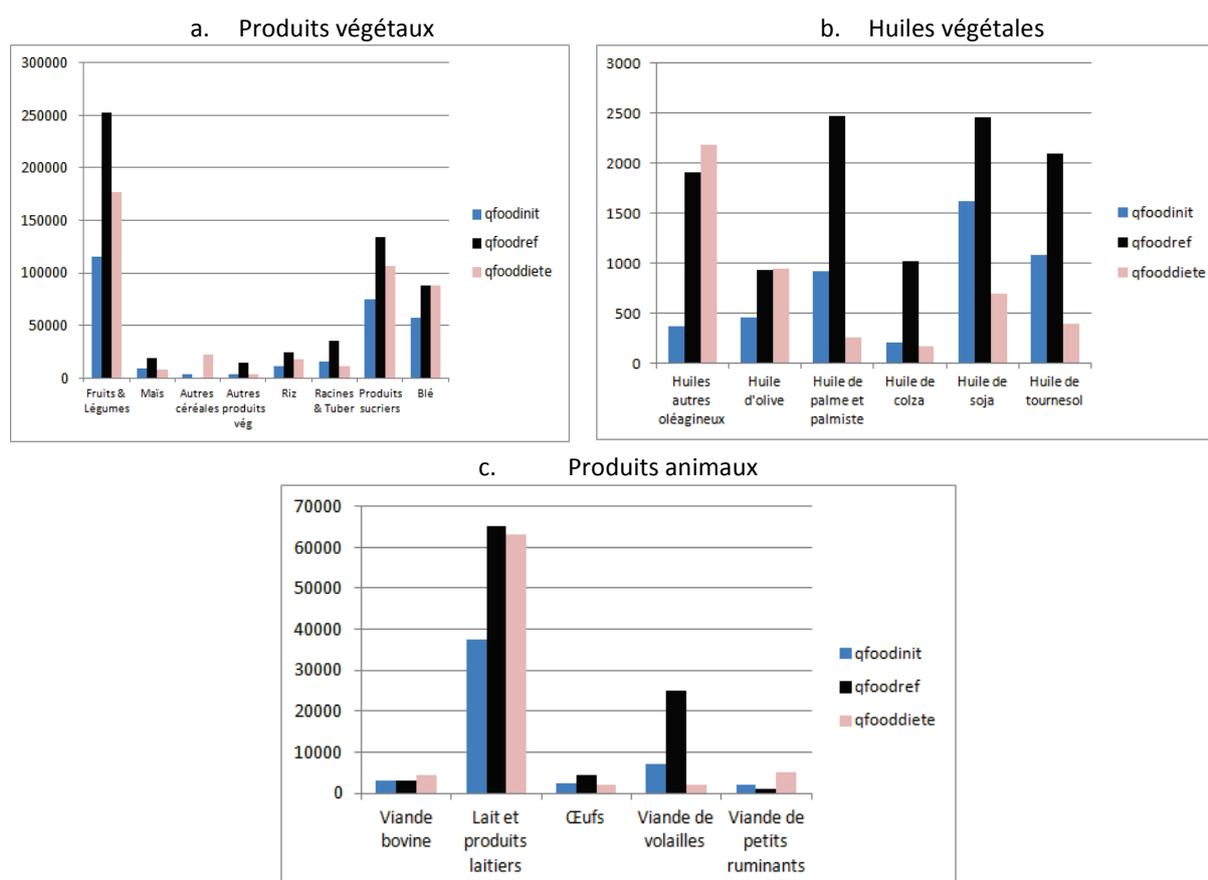
apports en produits sucriers et en huiles végétales ainsi qu'en viande de volaille et se recentre sur les produits de base : sa structure se rapproche de celle que présentaient les régimes alimentaires de la région dans les années 1960.

Les hypothèses alternatives adoptées

Dans ce scénario alternatif, dénommé « Régime Méditerranéen », nous ramenons le plafond de disponibilité alimentaire à 2 800 Kcal/hab/jour pour toutes les sous-régions, y compris pour le Moyen-Orient. En second lieu, nous rapprochons la structure du régime alimentaire de chaque sous-région, de sa structure moyenne observée au début de la décennie 60 (soit les années 1961-1963).

Globalement, le scénario « Régime Méditerranéen » implique une baisse de la demande alimentaire de la plupart des produits par rapport au scénario de référence 2 dans les 5 sous-régions de la zone Afrique du Nord – Moyen-Orient (fig. 4.31). Ceci résulte bien sûr de la diminution du niveau de disponibilité alimentaire du nouveau régime par rapport à celui du scénario de référence 2 (2 800 Kcal/hab/jour *versus* 3 700 Kcal/hab/jour pour 4 sous-régions et 2 800 Kcal/hab/jour *versus* 3 000 Kcal/hab/jour pour le Moyen-Orient), mais également des ajustements des structures des régimes.

Figure 4.31 – Demande alimentaire dans la situation initiale (qfoodinit), dans le scénario de référence 2 (qfoodref) et dans le scénario « Régime Méditerranéen » (qfooddiète), ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient (milliers de tonnes)



Ainsi, la figure 4.31 montre que, dans le scénario « Régime Méditerranéen », la consommation alimentaire d'« autres céréales » et de « viande de petits ruminants », produits traditionnels de la région, augmente par rapport aux niveaux atteints dans le scénario de référence 2, tandis que la consommation alimentaire d'huile d'olive diminue proportionnellement moins que celle des autres huiles, les huiles provenant des « autres oléagineux » (coco, sésame, coton notamment) augmentant même par rapport au scénario de référence 2. Le scénario « Régime Méditerranéen » entraîne par

ailleurs de fortes réductions de la consommation alimentaire de fruits et légumes, de sucre, de riz et de maïs, de racines et tubercules et de toutes les autres huiles du côté des produits végétaux, de viande de volailles et, dans une moindre mesure, de lait et produits laitiers du côté des produits animaux.

Résultats de simulations

L'adoption d'un régime plus traditionnel dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient conduirait à une réduction des surfaces cultivées de la région, celles-ci diminuant de 67 millions d'hectares dans le scénario de référence 2 à 64 millions d'hectares à l'issue du scénario « Régime Méditerranéen ». L'Egypte ne saturerait plus sa contrainte de surface, sa surface cultivée diminuant de 130 000 hectares par rapport au scénario de référence 2. En Turquie, non contrainte en surfaces cultivables, la réduction de la consommation alimentaire d'une majorité de produits induirait une baisse de 2,4 millions d'hectares (fig. 4.32 et 4.33).

Figure 4.32 – Surface cultivée dans la situation initiale (INIT) et à l'issue du scénario de référence 2 (REF 2) et du scénario alternatif « Régime Méditerranéen », ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient (milliers d'hectares)

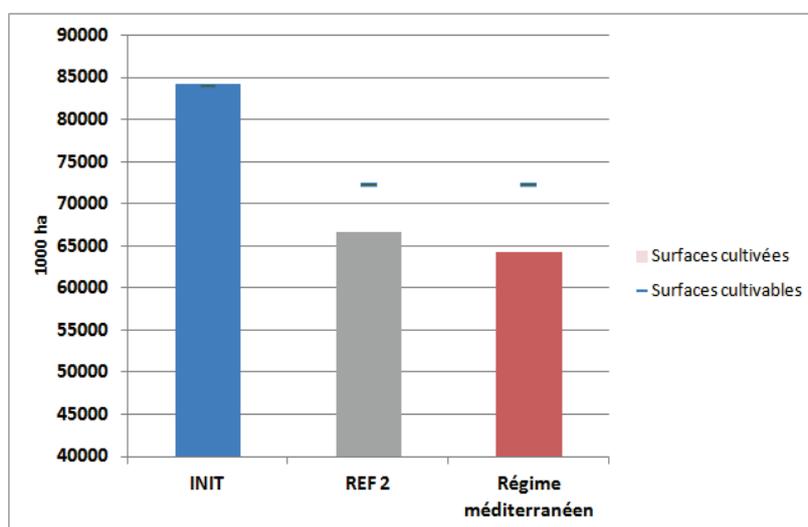
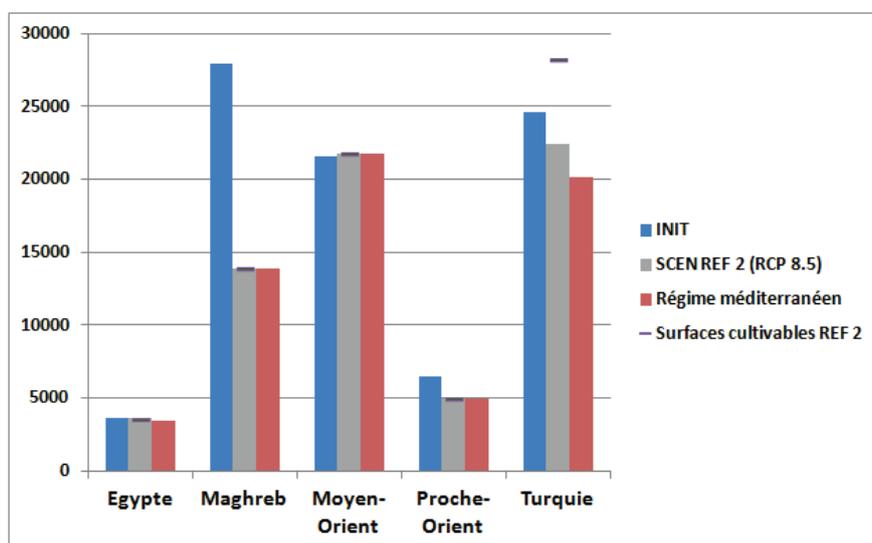
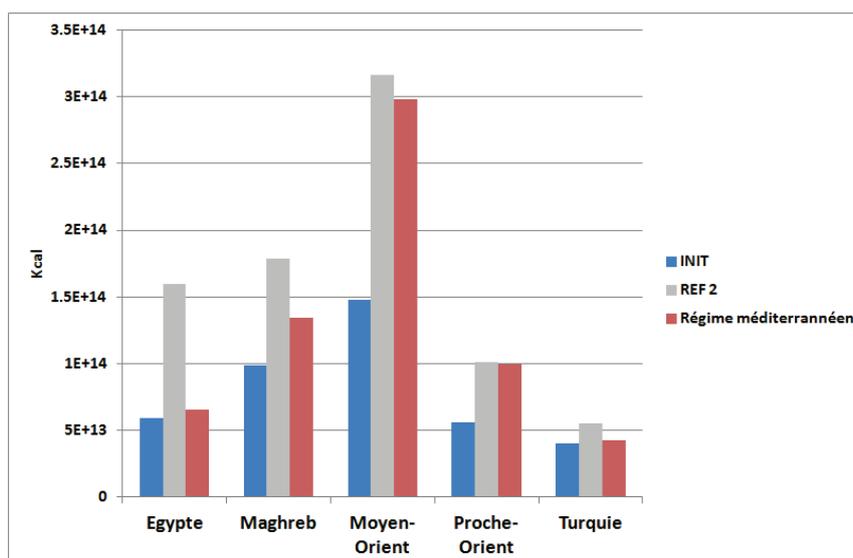


Figure 4.33 - Surface cultivée dans la situation initiale (INIT) et à l'issue du scénario de référence 2 (REF 2) et du scénario alternatif « Régime Méditerranéen », 5 sous-régions (milliers d'hectares)



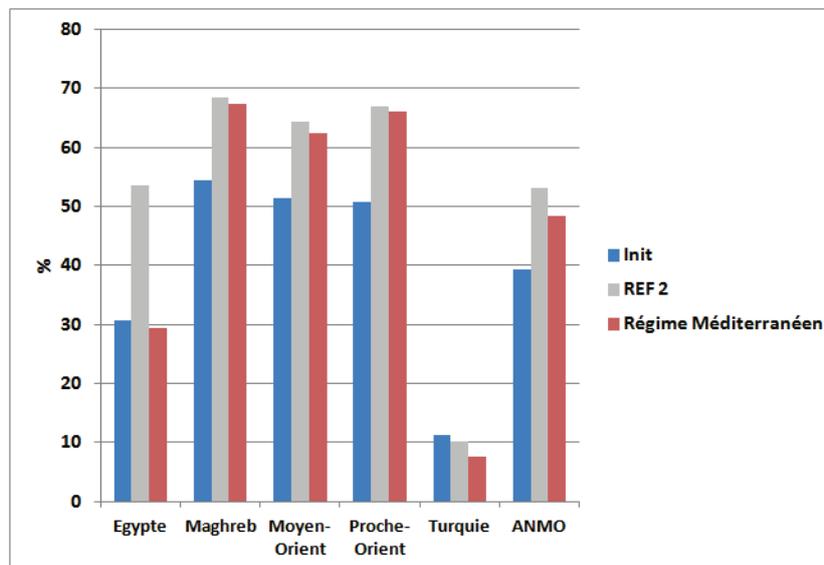
La réduction de la consommation alimentaire d'une majorité de produits entraîne une diminution des volumes importés, sous le double effet de la réduction des utilisations domestiques totales d'une part, et du moindre ajustement à la hausse des coefficients de dépendance des sous-régions qui saturent initialement leur contrainte de surface, d'autre part. Ainsi, le scénario « Régime Méditerranéen » conduit toutes les sous-régions à réduire leurs importations totales, tous produits confondus, par rapport au scénario de référence 2. L'Égypte et la Turquie retrouveraient même des niveaux d'importation proches de ceux observés dans la situation initiale (fig. 4.34). Les baisses d'importations en volume seraient ainsi substantielles à l'issue du scénario « Régime Méditerranéen » : - 59 % par rapport au scénario de référence 2 pour l'Égypte, - 25 % pour le Maghreb, - 23 % pour la Turquie, mais seulement - 6 % pour le Moyen-Orient et - 2 % pour le Proche-Orient. La moindre baisse dans ces deux sous-régions s'explique par la limitation à la baisse du niveau des apports caloriques pour le Moyen-Orient (passage de 3 000 à 2 800 Kcal/hab/jour, alors que les autres sous-régions passent de 3 700 à 2 800) ; pour le Proche-Orient, elle est liée à la structure du régime prévalent au début des années 1960 dans cette sous-région. L'adoption de cette structure à l'horizon 2050 conduirait en effet le Proche-Orient à accroître ses importations de fruits et légumes, de blé et de maïs notamment (alors que les autres sous-régions les réduisent) par rapport à leurs niveaux à l'issue du scénario de référence 2.

Figure 4.34 – Importations totales des 5 sous-régions dans la situation initiale (INIT) et à l'issue du scénario de référence 2 (REF 2) et du scénario alternatif « Régime Méditerranéen » (kilocalories)



La figure 4.35 suggère que l'adoption d'un régime dit méditerranéen permettrait à la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions de réduire leur dépendance nette aux importations : celle-ci passerait de 53 % dans le scénario de référence 2 à 48 % dans le scénario « Régime Méditerranéen ». La baisse serait particulièrement marquée en Égypte (de 54 à 29 %) et en Turquie (de 10 à 8 %) ; elle serait plus limitée au Moyen-Orient (de 64 à 63 %), au Maghreb (de 69 à 68 %) et au Proche-Orient (de 67 à 66 %).

Figure 4.35 – Dépendance nette aux importations dans la situation initiale (INIT) et à l’issue du scénario de référence 2 (REF 2) et du scénario alternatif « Régime Méditerranéen », ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses 5 sous-régions (part en % des importations nettes dans les utilisations domestiques totales exprimées en kilocalories)



Dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses sous-régions, la production domestique diminue pour la plupart de produits, excepté le blé, le maïs, les « autres céréales », la viande de petits ruminants et le lait et les produits laitiers. En ce qui concerne la viande de petits ruminants et les « autres céréales », le mécanisme à l’œuvre est l’augmentation de la consommation alimentaire domestique, portée par le scénario « Régime Méditerranéen », qui est couverte par un ajustement à la hausse simultané de la production domestique et des importations. Pour le lait et les produits laitiers, le régime dit méditerranéen tend plutôt à réduire leur consommation. Dans ce cas, c’est la redistribution des rôles entre production domestique et importations dans la couverture des besoins, consécutive au desserrement de la contrainte de surface, qui est à l’œuvre : cette redistribution des rôles joue en faveur de la production domestique. C’est principalement au Moyen-Orient que l’on assiste à ce mouvement. Enfin pour le maïs et, dans une moindre mesure le blé, qui voient leur consommation alimentaire diminuer ou stagner dans le scénario « Régime Méditerranéen », c’est principalement la demande animale qui renforce les besoins domestiques, ce surcroît de besoins étant couvert par un ajustement à la hausse simultané de la production domestique et des importations.

L’évolution à la hausse de la production de viande de petits ruminants et de lait et produits laitiers explique l’expansion des surfaces en pâture dans la région induite par le scénario « Régime Méditerranéen » relativement au scénario de référence 2 (fig. 4.36). Ainsi, le scénario alternatif « Régime Méditerranéen » entraînerait un accroissement de la surface en pâture de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient : celle-ci passerait de 255 millions d’hectares dans le scénario de référence 2 à 467 millions d’hectares dans le scénario « Régime Méditerranéen ». Cette augmentation peut paraître très élevée mais elle est à relier à la faible productivité des pâtures et aux faibles performances de l’élevage de ruminants dans la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, en particulier au Moyen-Orient où a lieu la quasi-totalité des ajustements de la surface en pâture (fig. 4.37). En outre, la surface en pâtures de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient, à l’issue du scénario « Régime Méditerranéen », dépasse largement la surface en pâtures observée dans la situation initiale (de 81 millions d’hectares). Il est difficile d’imaginer que dans un contexte de changement climatique sévère de telles surfaces supplémentaires en pâture puissent être mises en exploitation à l’horizon 2050 dans la région. Ce résultat suggère par conséquent qu’un retour à une diète méditerranéenne dans la région Afrique du Nord –Moyen-Orient devrait être accompagné d’une amélioration de la productivité des pâtures et de gains de productivité dans l’élevage de ruminants, en particulier de petits ruminants, produit traditionnel de la région.

Figure 4.36 – Surface en pâtures dans la situation initiale (INIT) et à l’issue du scénario de référence 2 (REF 2) et du scénario alternatif « Régime Méditerranéen », ensemble ANMO (milliers d’hectares)

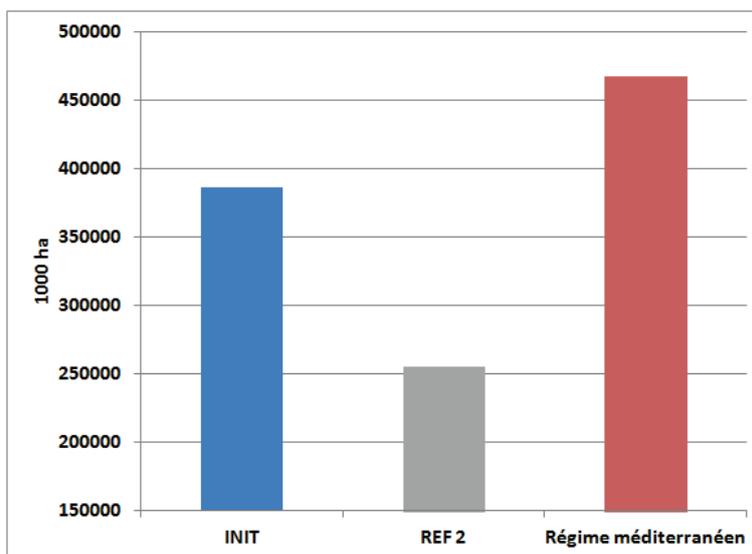
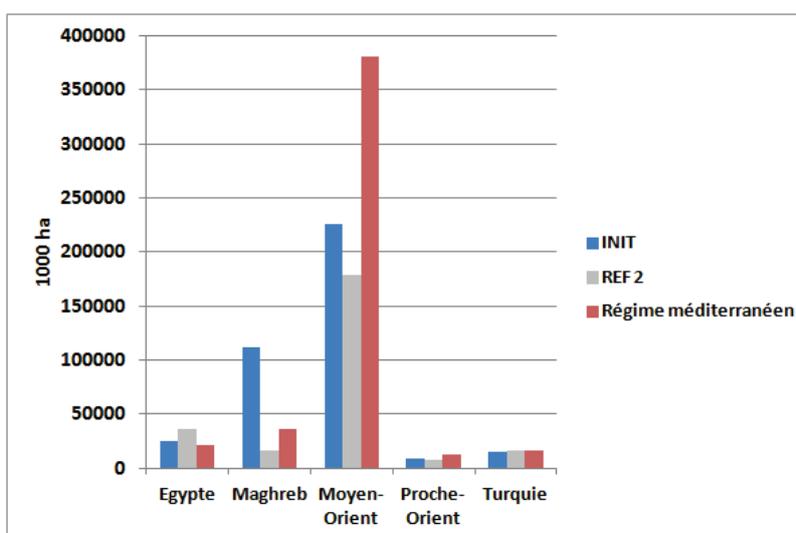


Figure 4.37 – Surface en pâtures dans la situation initiale (INIT) et à l’issue du scénario de référence 2 (REF 2) et du scénario alternatif « Régime Méditerranéen », pour les 5 sous-régions (milliers d’hectares)



Au total, nos résultats montrent que dans un contexte de changement climatique marqué, un retour à une diète méditerranéenne permettrait à la région Afrique du Nord – Moyen-Orient de freiner la croissance tendancielle de sa dépendance aux importations à l’horizon 2050 et de maintenir son niveau en-dessous des 50 %. Un tel ajustement de régime alimentaire permettrait en particulier à l’Egypte de desserrer sa contrainte de surface et de contrecarrer la hausse tendancielle de sa dépendance aux importations : avec la diète méditerranéenne, l’Egypte parviendrait à maintenir sa dépendance aux importations à un niveau légèrement inférieur à celui observé dans la situation initiale 2007-2009. Un tel ajustement de régime alimentaire ne réduirait en revanche que faiblement la dépendance aux importations du Maghreb, du Moyen-Orient et du Proche-Orient.

3. Limitation des pertes & gaspillages

Les pertes et gaspillages interviennent à trois niveaux du système agricole et alimentaire tel qu'il est appréhendé au travers des données de la FAO : les pertes bord-champ sont intégrées dans les rendements ; les pertes et gaspillages dans la chaîne de collecte, transformation, distribution de gros sont identifiées au travers de la variable *Pertes des Commodity Balances* de la FAO (cf. chapitre 2) ; enfin, les pertes et gaspillages au niveau du consommateur et de la distribution de détail sont incluses dans les « disponibilités » alimentaires.

Les pertes et gaspillages tout au long des chaînes alimentaires dans différentes régions du monde ont été évalués par la FAO (FAO, 2011). Selon ce rapport, les pertes et gaspillages de la région « Afrique du Nord, Asie centrale et de l'ouest » représenteraient environ 215 kg par habitant et par an.⁵¹ Ces pertes se réalisent pour 85% du stade de la production au stade de la distribution de gros et pour 15% du stade de la distribution de détail au stade de la consommation. A ce stade, il est important de noter sans qu'on sache l'expliquer, que dans les *Commodity Balances* de la FAO, les données de la variable Pertes pour la région Afrique du Nord – Moyen-Orient ne correspondent en rien aux données du rapport sur les pertes et gaspillages de la FAO.

Comme pour les autres régions du monde, les pertes et gaspillages pourraient représenter un levier important sur lequel la région Afrique du Nord - Moyen-Orient pourrait jouer afin, à la fois, d'augmenter son offre et de réduire sa demande de produits agricoles et agro-alimentaires. Du côté de l'offre, une plus grande mécanisation de la récolte et des techniques de conservation plus poussées et mieux maîtrisées pourraient contribuer à limiter ces pertes, agissant ainsi favorablement sur les rendements à l'hectare moyens des produits végétaux. Du côté de la demande, une réduction des pertes et gaspillages permettrait, pour une population et des régimes alimentaires inchangés, de réduire les disponibilités alimentaires « requises ».

Les hypothèses alternatives adoptées

Dans ce scénario alternatif, dénommé « Réduction des pertes », nous souhaitons, à partir des évaluations proposées par la FAO, analyser l'impact d'une réduction de moitié des pertes et gaspillages au stade de la production et au stade de la consommation. Pour ce faire, nous nous basons sur les données du rapport de la FAO (FAO, 2011) qui évalue les pertes et gaspillages intervenant à chaque stade de la chaîne alimentaire (production, transformation, distribution, consommation), en pourcentage de la production, pour des groupes de produits et pour différentes grandes régions du monde. Le tableau 4.6 présente les évaluations de la FAO de ces pertes et gaspillages pour la région « Afrique du Nord, Asie centrale et de l'Ouest », région la plus proche de notre ensemble Afrique du Nord –Moyen-Orient.

Tableau 4.6 – Pourcentages de pertes et gaspillages du côté de l'offre et du côté de la demande pour la région Afrique du Nord, Asie centrale et de l'ouest (d'après la FAO, 2011)
(en % de la production 2007/2009)

Afrique du Nord, Asie centrale et de l'ouest	Côté offre (production, manipulation et stockage post-récolte, transformation)	Côté demande (distribution et consommation)
Céréales	18%	12%
Racines et tubercules	26%	7%
Oléagineux et légumineuses	28%	2%
Fruits et légumes	40%	15%
Viandes	11%	11%
Produits laitiers	11%	9%

⁵¹ Chiffre qui s'approche des 300 kg évalués pour l'Amérique du Nord et l'Europe.

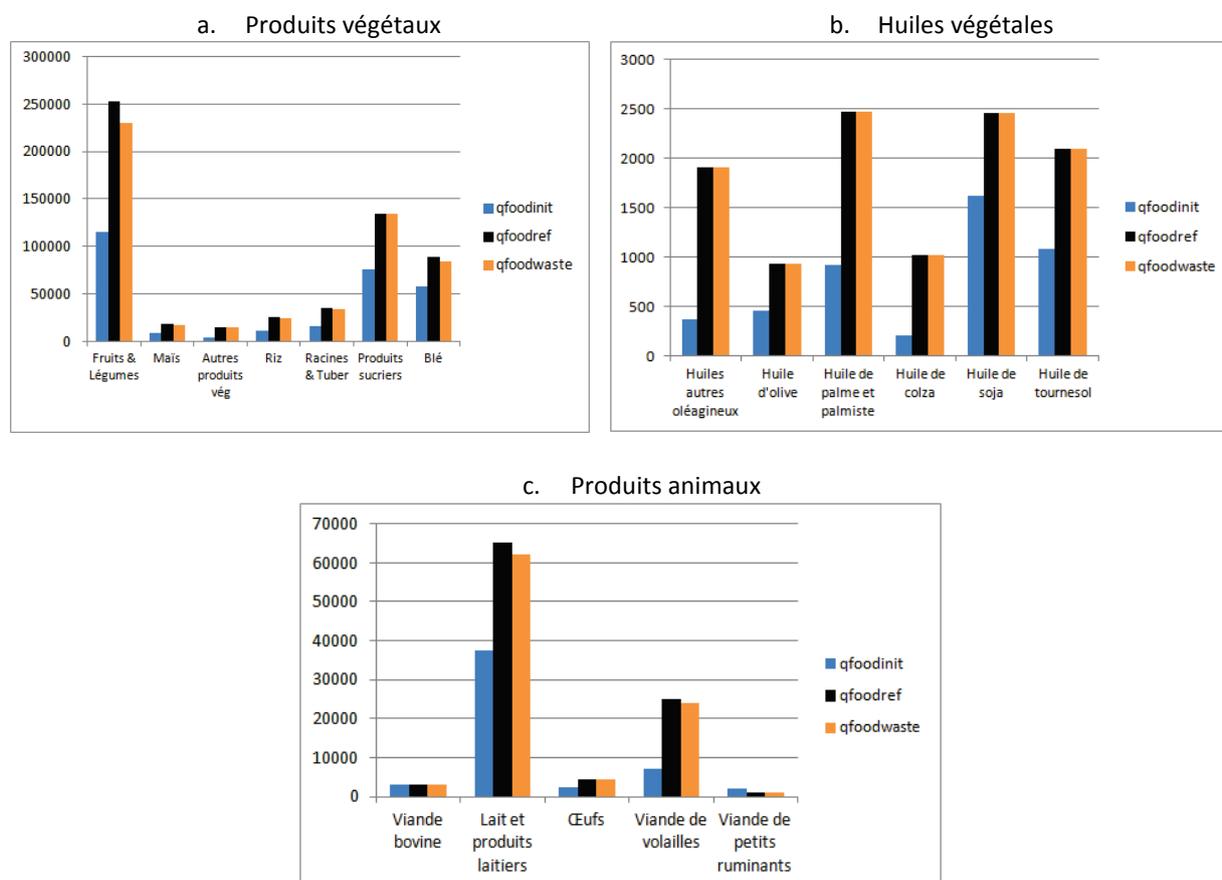
Dans le scénario « Réduction des pertes », nous supposons que les 5 sous-régions de l'ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient réduisent de moitié les pertes et gaspillages aux différents stades de la chaîne alimentaire tels qu'évalués par la FAO. Nous traduisons ce choc par :

- un accroissement des rendements moyens des céréales, racines et tubercules, oléagineux et légumineuses, fruits et légumes ; une amélioration des efficacités de la production laitière et des productions de viandes ;
- une réduction des apports caloriques journaliers requis à régime alimentaire inchangé.

Les chiffres rapportés dans le tableau 4.6 suggèrent que les gains de rendements végétaux et animaux portés par le scénario « Réduction des pertes » sont, le plus souvent, inférieurs à ceux induits par le scénario « Progrès Technique ». En d'autres termes, le scénario « Réduction des pertes » devrait conduire à des ajustements analogues à ceux décrits dans le cas du scénario « Progrès Technique » mais d'ampleur plus réduite.

La figure 4.37 montre que par rapport au scénario de référence 2, quel que soit le produit, les baisses de consommation alimentaire induites par le scénario « Réduction des pertes » restent aussi limitées et ne concernent que les groupes de produits considérés par la FAO (les plantes et produits sucriers sont absents des évaluations de la FAO par exemple). En d'autres termes, le scénario alternatif « Réduction des pertes » devrait induire des effets similaires à ceux décrits dans le cas du scénario « Régime Méditerranéen », mais d'amplitude nettement inférieure.

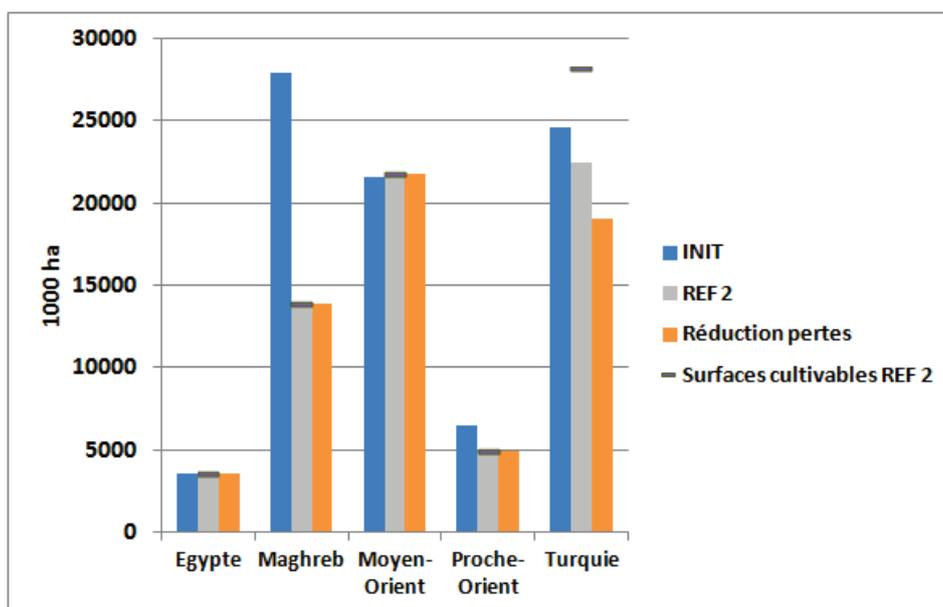
Figure 4.37 – Demande alimentaire dans la situation initiale (qfoodinit), dans le scénario de référence 2 (qfoodref) et dans le scénario « Réduction des pertes » (qfoodwaste), ensemble ANMO (milliers de tonnes)



Résultats de simulations

Sans surprise, la réduction des pertes et gaspillage telle qu'imaginée dans ce scénario alternatif, n'est pas suffisante pour desserrer la contrainte de surface dans les 4 sous-régions qui la saturent. Seule la surface cultivée en Turquie diminue de 3,5 millions d'hectares (sous le double-effet de l'accroissement des rendements et de la diminution de la demande alimentaire). La surface cultivée de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble s'établit à 63 millions d'hectares au lieu des 67 millions du scénario de référence 2 (fig. 4.38).

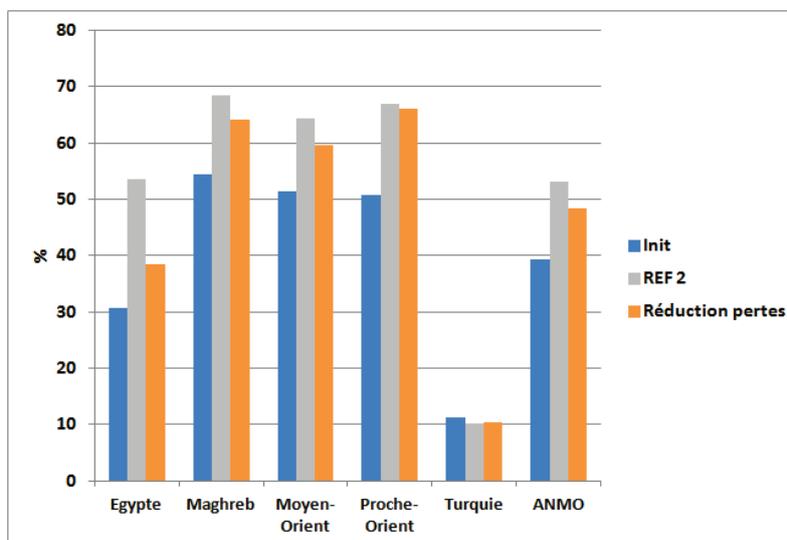
Figure 4.38 - Surface cultivée dans la situation initiale (INIT) et à l'issue du scénario de référence 2 (REF 2) et du scénario alternatif « Réduction des pertes », 5 sous-régions (milliers d'hectares)



La moindre pression sur les surfaces dans les 4 sous-régions contraintes leur permet néanmoins de réduire leurs importations (fig. 4.39). Ainsi, à l'issue du scénario « Réduction des pertes », la région Afrique du Nord – Moyen-Orient et ses 5 sous-régions réduisent leur dépendance nette aux importations relativement au scénario de référence 2 : la dépendance globale de la zone s'établit à 48 % avec la plus forte baisse enregistrée par l'Egypte.

Il est intéressant de noter ici que le scénario « Réduction des pertes » permet à la région Afrique du Nord – Moyen-Orient d'atteindre le même niveau de dépendance aux importations que le scénario « régime Méditerranéen », en imprimant des réductions de consommation alimentaire bien moindres, mais en les accompagnant de gains de rendements.

Figure 4.39 – Dépendance nette aux importations dans la situation initiale (INIT) et à l’issue du scénario de référence 2 (REF 2) et du scénario alternatif « Réduction des pertes », ensemble ANMO et ses 5 sous-régions (part en % des importations nettes dans les utilisations domestiques totales exprimées en kilocalories)



Enfin, comme dans le cas du scénario « Régime Méditerranéen » et du fait de la redistribution des rôles entre production domestique et importations pour couvrir les besoins, la production des élevages de ruminants augmente si bien que le scénario « Réduction des pertes » entraîne un léger accroissement de la surface en pâtures de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. La hausse est toutefois très limitée (+ 13 millions d’hectares par rapport au scénario de référence 2) et la surface finale en pâture reste bien en-deçà de son niveau dans la situation initiale (fig. 4.40). Les ajustements à la hausse des surfaces en pâture ont lieu, comme dans le scénario précédent, principalement au Moyen-Orient (fig. 4.41).

Figure 4.40 – Surface en pâtures dans la situation initiale (INIT), et à l’issue du scénario de référence 2 (REF 2) et du scénario alternatif « Réduction des pertes », ensemble ANMO (milliers d’hectares)

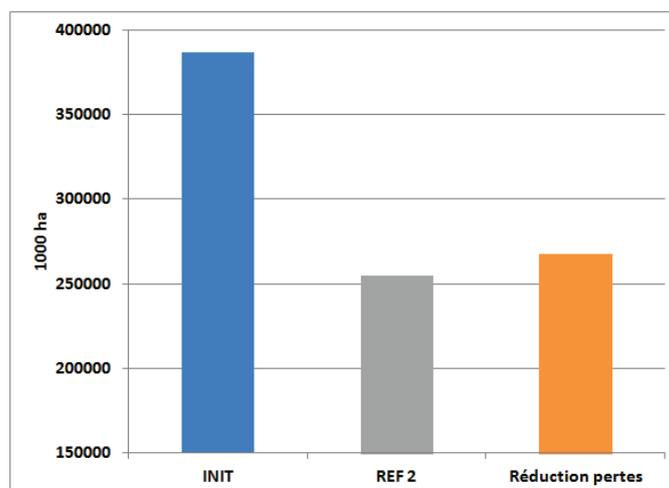
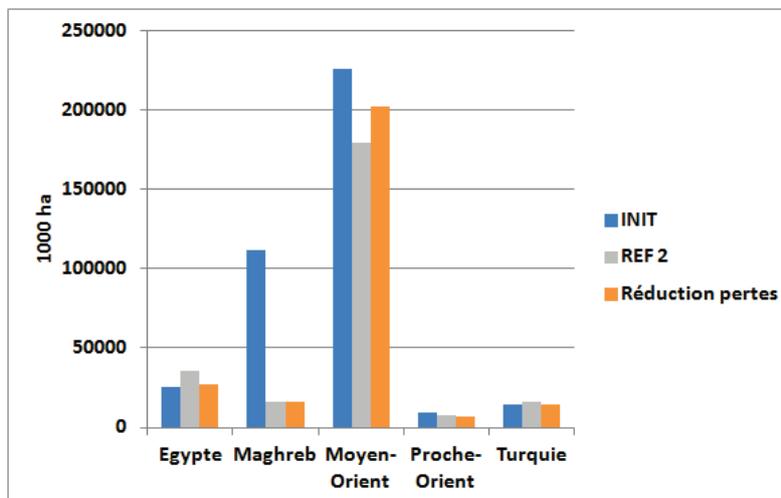


Figure 4.41 – Surface en pâtures dans la situation initiale (INIT), et à l'issue du scénario de référence 2 (REF 2) et du scénario alternatif « Réduction des pertes », pour les 5 sous-régions (milliers d'hectares)



Conclusion

La région Afrique du Nord – Moyen-Orient se caractérise par un niveau de dépendance aux importations agricoles particulièrement élevé : à la fin de la décennie 2000, ses besoins en produits agricoles et agro-alimentaires sont couverts à 40 % par des importations, et sa dépendance céréalière est parmi les plus importantes du monde. Au cours des dernières décennies, la combinaison de la croissance démographique et de l'évolution des régimes alimentaires de la région a entraîné une forte augmentation de sa demande alimentaire. Sa production agricole a connu une croissance, certes importante mais de moindre ampleur, en partie en raison des contraintes pédoclimatiques qui pèsent sur son agriculture et des effets limités de ses politiques agricoles. A l'avenir, cette dépendance aux importations agricoles pourrait s'accroître, non seulement avec la poursuite de la croissance démographique et l'évolution des régimes alimentaires, mais aussi en raison des impacts que le changement climatique pourrait avoir sur une région déjà considérée comme un « point chaud » climatique.

Dans une région géopolitiquement complexe et hautement stratégique, les importations agricoles et les politiques alimentaires pèsent lourd, directement ou indirectement, dans le budget des Etats et atteignent leurs limites en matière de lutte contre la pauvreté. Dans ce contexte, il y a lieu de s'interroger sur les composantes du système agricole et alimentaire de la région susceptibles d'accroître ou, au contraire, de freiner l'accentuation de sa dépendance aux importations.

C'est dans cet esprit qu'a été menée cette étude, sur la base de simulations réalisées à l'aide du modèle de bilans ressources agricoles – utilisations alimentaires *GlobAgri-Pluriagri*.

Le prolongement des tendances d'évolution, observées sur les deux dernières décennies, des différentes composantes du système agricole et alimentaire, conduit à renforcer la dépendance aux importations de l'ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient à l'horizon 2050 : la dépendance nette de la région pourrait croître de 40 % à près de 50% en 2050. C'est dans les sous-régions contraintes par leurs surfaces cultivables que la dépendance aux importations augmenterait fortement : la dépendance nette de l'Egypte passerait de 31 % dans la situation initiale à 53 % en 2050, celle du Moyen-Orient croîtrait de 51 % à 62 % et celle du Proche-Orient de 51 % à 63 %. Au Maghreb et en Turquie, la surface cultivée resterait en-deçà de la limite de surface cultivable et la dépendance aux importations resterait quasiment inchangée.

Une accentuation des impacts du changement climatique, en offrant des perspectives de rendements moins favorables et en réduisant les surfaces cultivables de la région, accroîtrait sa dépendance aux importations : la dépendance nette de l'ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient pourrait atteindre 53 % à l'horizon 2050. Le Maghreb serait particulièrement touché, perdant près de la moitié de ses surfaces cultivables et voyant sa dépendance nette aux importations croître de 54 % dans la situation initiale à 69 % en 2050. Le Proche-Orient subirait également une perte de l'ordre du quart de ses surfaces cultivables, et sa dépendance nette aux importations atteindrait 67 % en 2050. La dépendance nette du Moyen-Orient augmenterait également pour atteindre 64 % en 2050, et ce en dépit du maintien, voire de la légère augmentation, de ses surfaces cultivables. A l'inverse, sous notre hypothèse de maintien de sa disponibilité en eau d'irrigation et en surfaces irrigables, l'Egypte, dont l'agriculture est pour l'essentiel irriguée, verrait sa situation inchangée. Enfin, compte tenu de ses caractéristiques géographiques (position plus septentrionale, relief montagneux, hydrographie), la Turquie pourrait voir ses surfaces cultivables s'étendre (de l'ordre de + 15 % de ses surfaces cultivées actuelles). L'exploitation de la totalité de ses surfaces cultivables permettrait alors à la Turquie de se trouver en situation d'exportateur net de produits agricoles et agro-alimentaires à l'horizon 2050.

Nos résultats montrent clairement qu'une accentuation des impacts du changement climatique pourrait conduire le système agricole et alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans une situation de dépendance et de vulnérabilité très forte vis-à-vis de ses approvisionnements sur les marchés internationaux. La position de la région en termes de sécurité alimentaire pourrait

alors être grevée significativement. C'est probablement la situation du Maghreb et, dans une moindre mesure, du Proche-Orient qui est la plus préoccupante de ce point de vue. A l'inverse, la Turquie pourrait renverser sa situation et devenir exportateur net de produits agricoles et agro-alimentaires, apparaissant comme un « fournisseur » potentiel de certains produits pour la région dans son ensemble.

Ce dernier résultat invite à poser la question de la sécurité alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient au niveau de la zone dans son ensemble plutôt qu'au niveau de ses 5 sous-régions. En d'autres termes, nos résultats interrogent sur l'opportunité de développer les échanges intra-zone (*via* la négociation d'un accord commercial régional, notamment) pour faire face aux impacts négatifs d'un changement climatique marqué, la Turquie enregistrant une amélioration de son potentiel de production et pouvant, en partie au moins, compenser la perte de potentiel de production du Maghreb et, dans une moindre mesure, du Proche-Orient.

Il est intéressant de noter que la dégradation des conditions de production agricole dans la région (en particulier au Maghreb et au Proche-Orient), consécutive à l'accentuation des effets du changement climatique, ne se traduirait pas nécessairement par un accroissement des importations de produits végétaux. Ce serait plutôt les importations de produits animaux qui augmenteraient fortement, accompagnant une baisse corrélative des productions animales domestiques. Tout se passe comme si, pour limiter leurs taux de dépendance, les sous-régions contraintes par leurs surfaces cultivables, réduisaient leurs importations de produits végétaux destinées à l'alimentation animale, ralentissant ainsi le développement de leurs élevages intensifs, et préféreraient importer directement les produits animaux correspondants. Cette réaction à la prise en compte des effets d'un changement climatique sévère interroge sur le développement, important dans la région, d'élevages alimentés à base de produits végétaux importés.

Enfin, dans un contexte de changement climatique marqué, où le potentiel de production de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient est significativement amputé, il n'est pas étonnant de constater une détérioration de la productivité du travail agricole à l'horizon 2050 : cette dernière diminue de 11 % par rapport à son niveau tendanciel. Symptomatique de l'évolution potentielle des revenus des ménages agricoles et donc de l'évolution possible des écarts entre revenus agricoles et non agricoles, ce résultat met en évidence la possibilité d'un maintien, voire d'un renforcement, de la pauvreté (relative ou absolue) en milieu rural dans les différentes zones de la région, à l'exception de la Turquie où les gains de productivité du travail en agriculture pourraient être élevés.

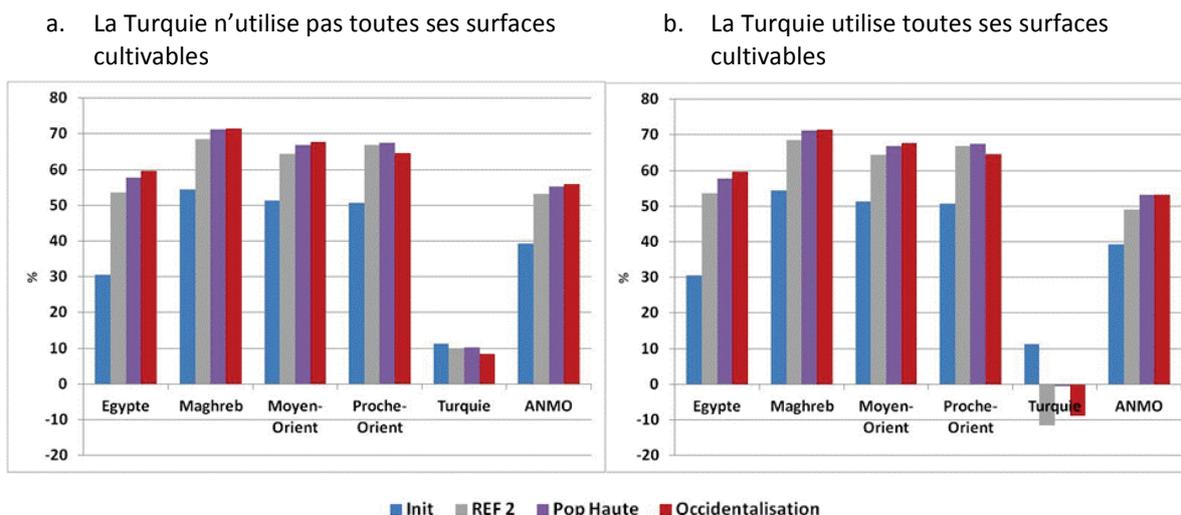
Au total, nos résultats suggèrent que l'impact potentiel d'un changement climatique sévère assombrirait notablement les perspectives du système agricole et agro-alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient à l'horizon 2050. Seule la Turquie pourrait voir sa situation s'améliorer, confortant une position d'exportateur net de produits agricoles et agro-alimentaires.

Dans quelle mesure des hypothèses alternatives d'évolution de l'une ou l'autre composante du système renforcent ou au contraire viennent contrecarrer ces perspectives tendancielles ? C'est l'objet de notre analyse de sensibilité.

Parmi l'ensemble des scénarios alternatifs simulés, certains portent des hypothèses d'évolution de la demande alimentaire régionale qui vont dans le sens d'un renforcement de la dépendance aux importations de l'ensemble Afrique du Nord – Moyen-Orient. C'est le cas d'une croissance démographique plus élevée (borne supérieure de la projection ONU 2012), qui accroîtrait la demande de produits alimentaires, à structure constante des régimes. C'est le cas également de l'hypothèse de rattrapage économique et nutritionnel du Moyen-Orient qui augmenterait la demande alimentaire de cette sous-région. C'est le cas enfin de l'hypothèse d'occidentalisation des régimes alimentaires qui accentuerait la croissance de la demande de produits animaux, d'huiles et de produits sucriers au détriment des céréales et des fruits et légumes. Ainsi, une croissance

démographique plus élevée ou un rattrapage économique et nutritionnel du Moyen-Orient contribueraient à augmenter la dépendance aux importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient : à l’horizon 2050, la dépendance nette de la région atteindrait 55 % dans les deux cas (contre 53 % dans le scénario tendanciel avec accentuation des impacts du changement climatique). Cette dépendance nette passerait à 56 % sous l’hypothèse d’une occidentalisation des régimes alimentaires de la région.

Figure C.1 - Dépendance nette aux importations de la région ANMO et de ses 5 sous-régions dans la situation initiale (INIT) et à l’issue des scénarios de référence 2 (REF 2), « Pop Haute » et « Occidentalisation des Régimes » (Occidentalisation)



Dans les 3 situations alternatives, les taux de dépendance aux importations des 4 sous-régions contraintes par leurs surfaces cultivables (Égypte, Maghreb, Moyen-Orient et Proche-Orient) atteindraient des niveaux de l’ordre de 60 à 70 % (fig. C.1), ce qui rendrait ces zones très vulnérables vis-à-vis de leurs approvisionnements sur les marchés internationaux et interroge quant au caractère tenable d’une telle situation.

Cette interrogation est renforcée, dans le cas de l’hypothèse d’occidentalisation des régimes alimentaires, par le besoin induit d’accroissement fort des surfaces en pâture : la croissance de la demande de produits animaux dans ce contexte nécessiterait en effet d’élargir la surface en pâture de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient de plus de 300 000 hectares (soit + 75 % par rapport à son niveau dans la situation initiale). Ces surfaces en pâture concerneraient, pour l’essentiel, le Moyen-Orient. Il semble que l’on atteigne là les limites du système agricole et alimentaire de la région, qui ne serait donc probablement pas en mesure de répondre à une occidentalisation de ses régimes alimentaires. Cette contrainte de ressource en surface de pâture invite, par conséquent, à réfléchir aux leviers qui pourraient être activés pour augmenter l’efficacité des élevages de ruminants d’une part, et accroître la productivité des pâtures d’autre part, dans une zone où cette productivité reste très faible.

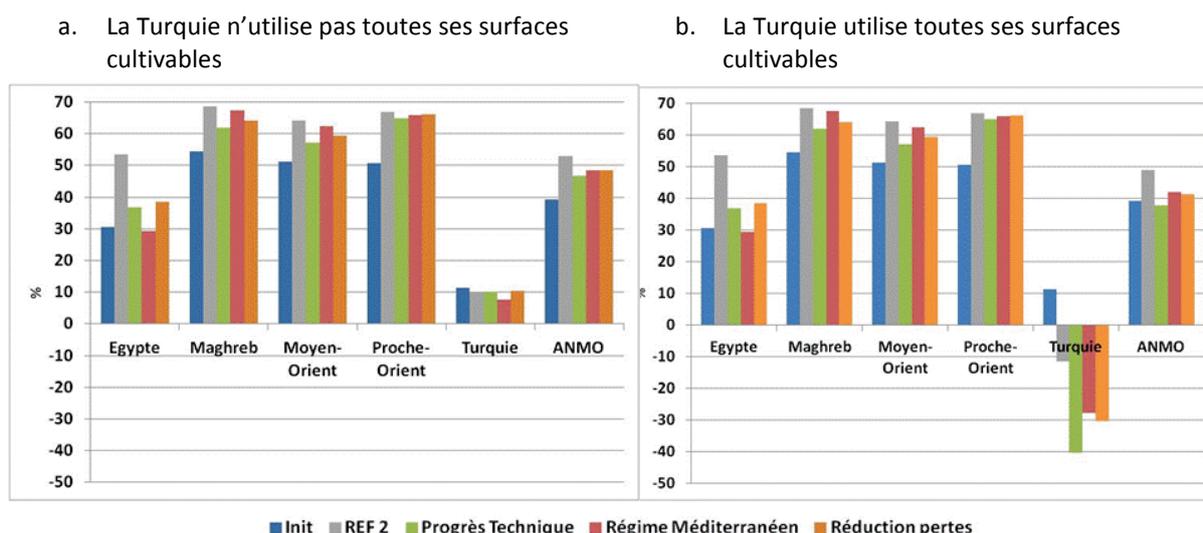
L’autre partie des scénarios alternatifs simulés s’appuie sur des hypothèses d’évolution de l’offre et/ou de la demande alimentaire régionales allant dans le sens d’une réduction de la dépendance aux importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient à l’horizon 2050. Leurs résultats peuvent par conséquent être analysés en termes de leviers potentiels pour maîtriser la dépendance de la région.

Ainsi, le scénario « Progrès technique » fait l’hypothèse de l’émergence d’innovations techniques, d’évolutions des pratiques agronomiques et zootechniques et d’adaptations au changement climatique des agricultures de la région, autorisant une amélioration des rendements végétaux et

animaux. Le scénario « Régime Méditerranéen » induit une réduction de la demande alimentaire régionale de tous les produits, la réduction étant plus marquée en termes relatifs pour les produits animaux, l'huile et les produits sucriers. Le scénario « Réduction des pertes et gaspillages » envisage une réduction de moitié des pertes et gaspillages du côté de la production et du côté de la consommation. Il va sans dire que chacun de ces scénarios nécessiterait la mise en œuvre de politiques publiques adaptées (politiques agricoles, politiques de recherche et de développement, investissements pour accroître l'efficacité de la gestion de l'eau d'irrigation, pour le premier scénario ; politiques nutritionnelles pour le deuxième scénario ; politiques d'aides à l'investissement pour la mécanisation des récoltes, les infrastructures de stockage et de conservation, financement public d'infrastructures de transport pour le troisième scénario).

Chacun de ces trois leviers permet de limiter la croissance de la dépendance aux importations de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient par rapport à la situation tendancielle avec accentuation des impacts du changement climatique. Dans la situation où la Turquie exploite la totalité de ses surfaces cultivables, ces trois leviers permettent même à la région dans son ensemble de garder un niveau de dépendance proche des 40 % observés dans la situation initiale (38 % pour le scénario « Progrès Technique », 42 % pour les scénarios « Régime Méditerranéen » et « Réduction des pertes »).

Figure C.2 - Dépendance nette aux importations de la région ANMO et de ses 5 sous-régions dans la situation initiale (INIT) et à l'issue des scénarios de référence 2 (REF 2), « Progrès Technique », « Régime Méditerranéen » et « Réduction des pertes »



Aucun de ces trois leviers pris isolément ne permettrait de compenser significativement l'accroissement de la dépendance aux importations du Maghreb, du Moyen-Orient et du « Proche-Orient » (fig. C.2). L'option « Progrès technique », parce qu'ambitieuse, serait la plus favorable en ramenant la dépendance du Maghreb de 68 à 62 % et celle du Moyen-Orient de 64 à 57 %. Puis, vient l'option « Réduction des pertes » dont l'effet sur les importations de ces zones serait moindre, leur taux de dépendance passant alors à 64 % pour le Maghreb et à 59 % pour le Moyen-Orient. Le faible effet de l'option « Régime Méditerranéen » sur les taux de dépendance ne doit pas masquer son intérêt en termes de santé publique. Ainsi, pour les trois zones que sont le Maghreb, le Moyen-Orient et le Proche-Orient, potentiellement fortement touchées par la détérioration tendancielle de leurs équilibres emplois-ressources domestiques en contexte de changement climatique sévère, seule une combinaison de politiques visant les objectifs intégrés dans ces trois scénarios pourrait enrayer la croissance de leur dépendance aux importations.

Compte tenu des hypothèses que nous y avons faites, les effets sur l'Egypte de chacun de ces trois scénarios seraient d'un ordre de grandeur plus élevé et chacun d'entre eux permettrait à ce pays de

maintenir des niveaux de dépendance proches de ceux de la situation initiale (37 % pour le scénario « Progrès Technique », 29 % pour le scénario « Régime Méditerranéen » et 38 % pour le scénario « Réduction des pertes »). Enfin, chacun de ces trois leviers permettrait à la Turquie, sous l'hypothèse qu'elle exploite la totalité de ses surfaces cultivables, de conforter sa position d'exportateur net. Ainsi, la dépendance nette turque pourrait atteindre - 40 % dans le scénario « Progrès Technique », - 28 % dans le scénario « Régime Méditerranéen » et - 30 % dans le scénario « Réduction des pertes ».

Bien évidemment, tous ces résultats doivent être considérés avec prudence car notre étude présente plusieurs limites. Celles-ci sont liées au modèle utilisé et aux hypothèses posées pour le bouclage et la résolution du modèle d'une part, aux scénarios proposés eux-mêmes, d'autre part.

Tout d'abord, rappelons que *GlobAgri* est un modèle de bilans ressources-utilisations de produits agricoles et agro-alimentaires sans prix. Le modèle ne représente donc pas les comportements des agents économiques (producteurs et consommateurs), ni leurs arbitrages en fonction des prix relatifs des produits. Les prix, qui sont en fait les variables d'ajustement et d'équilibre des bilans, ne peuvent tenir ici ce rôle. En l'absence de prix, d'autres règles d'équilibrage des bilans doivent être établies. *GlobAgri* équilibre les bilans *via* la production domestique tant que la contrainte de surface n'est pas saturée, puis *via* les exportations et les importations lorsque cette contrainte est saturée.

Cette règle d'équilibrage des bilans a un caractère mécanique car elle revient à « punir » tous les produits pour respecter la contrainte de surface, sans autoriser de réelles substitutions entre les produits. Un modèle économique intégrant des prix permet ces substitutions entre produits : tout en respectant sa contrainte de surface, une zone peut augmenter ou réduire les parts de ses besoins couvertes par des importations (*i.e.*, ses coefficients de dépendance aux importations) pour les différents produits en fonction de l'évolution des prix relatifs de ces différents produits. Dans *GlobAgri*, en cas de saturation de la contrainte de surface, tous les coefficients de dépendance sont augmentés, même si la résolution par « bandes de coefficients » que nous avons retenue, permet d'appliquer des augmentations différenciées selon les niveaux initiaux des coefficients de dépendance. Ainsi, les coefficients de dépendance de certains produits peuvent augmenter proportionnellement plus que d'autres. Dans *GlobAgri*, la structure des échanges n'est pas totalement figée mais elle est plus rigide que dans un modèle économique intégrant des prix.

En second lieu, la règle d'équilibrage des bilans de *GlobAgri* implique que, lorsque la contrainte de surface n'est pas saturée, les parts de marchés à l'export et les coefficients de dépendance à l'import restent constants, sauf si le scénario inclut des ajustements exogènes de ces paramètres. Cette situation peut poser problème dans le cas d'une zone qui fait face à une croissance significative de la demande étrangère. On peut aisément imaginer que, dans un modèle économique intégrant des prix, ce surcroît de demande étrangère augmenterait les prix des produits incitant les producteurs de la zone considérée à exploiter toutes les surfaces cultivables et réduisant ainsi les importations nettes de la zone (*i.e.*, augmentant les exports et/ou réduisant les imports). Dans nos simulations, nous avons rencontré cette situation pour la Turquie dans tous les scénarios. C'est pourquoi nous avons réalisé *ex post* un calcul qui, pour chaque scénario, permet de déterminer les dépendances nettes de la Turquie et de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient dans son ensemble sous l'hypothèse que la Turquie exploite la totalité de ses surfaces cultivables.

Enfin, la contrainte de surface est ici définie sur les surfaces cultivées. Cette hypothèse implique que la surface en cultures arables et permanentes est bornée supérieurement tandis que la surface en pâture s'ajuste librement. En d'autres termes, la surface cultivée ne peut pas s'étendre au-delà de la surface cultivable sur la surface en pâture. En revanche, rien n'empêche la surface en pâture de s'étendre sur la surface cultivable. La seconde option possible, non retenue ici, serait de borner la surface agricole totale, les surfaces cultivées et en pâture étant alors en concurrence sur cette surface totale. Une telle option aurait probablement conduit à des résultats différents. Cette option

d'analyse de sensibilité n'a pas pu être menée dans le cadre de cette étude mais elle mérite notre attention pour les utilisations ultérieures de *GlobAgri*.

Pour finir, il nous semble important de souligner certaines faiblesses de nos scénarios qui sont l'occasion de proposer quelques directions pour des approfondissements et des recherches futures.

Une première faiblesse de nos scénarios est de ne pas faire d'hypothèse sur les évolutions des parts de marché à l'exportation et des coefficients de dépendance aux importations à l'horizon 2050. Ces paramètres n'évoluent pas de manière exogène mais simplement en réaction à la saturation de la contrainte de surface. Or, les conditions du commerce international sont susceptibles d'évoluer d'ici 2050 : les avantages comparatifs entre zones pour les différents produits peuvent évoluer sous l'effet de divers leviers (progrès technique, prix de l'énergie, changement climatique), des accords internationaux ou régionaux peuvent être mis en œuvre, etc. Nos scénarios ne rendent pas compte de ces évolutions possibles des conditions des échanges internationaux, qui modifieraient également la dépendance de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. Il est important de souligner que les premiers scénarios de référence mis au point avec le groupe d'experts contenaient des hypothèses d'évolution exogène des coefficients de dépendance aux importations pour la région Afrique du Nord – Moyen-Orient. Ces premières hypothèses ont été abandonnées car l'ampleur des évolutions exogènes des coefficients était très difficile à calibrer et à justifier, et ces évolutions exogènes rendaient très difficile l'interprétation des résultats.

Une deuxième limite de nos scénarios réside dans la quantification des hypothèses d'évolution des rendements animaux dans les scénarios de référence. Il existe très peu d'informations sur l'évolution dans le long terme de par le monde des coefficients d'efficacité des animaux pour les différentes espèces et les différents systèmes de production. Le travail de Bouwman *et al.* (2005) sur lequel nous nous sommes appuyés, est une des rares références existantes. Mais, il est clair qu'un travail de recueil et d'assemblage d'informations et de données sur ce sujet est absolument crucial : la communauté scientifique manque de référence sur ce sujet.

D'une manière générale, et c'est une troisième faiblesse de nos scénarios, nous avons eu du mal à quantifier nos hypothèses d'évolution des rendements végétaux et animaux à 2050. Il est très difficile d'avoir une idée précise des potentialités d'évolution des rendements, qu'ils soient végétaux ou animaux.⁵² Là encore, un travail supplémentaire de collecte d'information, en partenariat avec des équipes de recherche locales, serait nécessaire.

Enfin, une limite de nos scénarios, non spécifique à la région Afrique du Nord – Moyen-Orient mais qui concerne l'ensemble de la planète, résulte de la faiblesse des informations relatives aux surfaces en pâtures permanentes et en fourrages. Nous avons très peu d'informations sur la productivité de ces surfaces, sur l'évolution passée de cette productivité, sur leurs potentiels de productivité, etc. Ces surfaces représentent une large part des surfaces agricoles de la planète, elles sont utilisées par les élevages de ruminants pour produire du lait et de la viande de ruminants. Elles constituent un élément-clé de l'analyse du changement d'usage des terres en lien avec l'évolution du climat et l'évolution des systèmes alimentaires. Un travail de construction d'information et de données sur ces surfaces et leurs potentiels de production est nécessaire et aiderait grandement toute la communauté scientifique.

⁵² Du côté végétal, cette difficulté est renforcée par le manque d'information sur les surfaces irriguées par produit.

Bibliographie

- Abdel Hakim T., 1993. Les politiques agricoles en Egypte. *Options Méditerranéennes, Série Cahiers*, 1(4): 75-78.
- Abis S., 2012. *Pour le futur de la Méditerranée, l'agriculture*. Paris : L'Harmattan, 150 p.
- Alary V., El Mourid M., 2005. Les politiques alimentaires au Maghreb et leurs conséquences sur les sociétés agropastorales. *Revue Tiers Monde*, 184: 785-810.
- Alexandratos N., Bruinsma J., 2012. *World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision*. ESA Working paper.
- Allaya M., Labonne M., Papayannakis M., 1988. Les échanges agro-alimentaires méditerranéens : enjeu mondial. *Options Méditerranéennes, Série Etudes*, 1988-V: 1-307.
- Allaya M., 1993. Les politiques agricoles et alimentaires dans les pays méditerranéens du Sud. *Options Méditerranéennes, Série Cahiers*, 1(4): 35-39.
- Bedrani S., Elloumi M., 1996. Impact des politiques économiques sur la désertification : le cas des pays du Maghreb. *Annuaire de l'Afrique du Nord*, IREMAM-CNRS, Paris, 18 p.
- Belghazi S., 2013. *Scenarios for the Agricultural Sector in the Southern and Eastern Mediterranean*. MEDPRO Report n°4, 34 p.
- Blanc P., Abis S., 2015, « Egypte. Entre insécurités alimentaires et inconnues géopolitiques », *Déméter 2015*, pp. 193-249.
- Bouwman A.F., Van der Hoek K.W., Eickhout B., Soenario I., 2005. Exploring changes in world ruminant production systems. *Agricultural Systems* 84: 121–153.
- Brunelle T., 2014. *Climate change as a driver of land uses*. Fiche variable rédigée pour la Prospective Agrimonde-Terra, 37 p.
- CIHEAM, 1998. *Développement et politiques agro-alimentaires dans la région Méditerranéenne*. Rapport Annuel, CIHEAM, Paris, 243 p.
- CIHEAM, 2007, « Tensions méditerranéennes sur les ressources en eau », *Watch Letter n°1 – avril 2007*, CIHEAM, Montpellier, 8 p.
- CIHEAM, 2010. *Mediterra : Atlas de l'agriculture, de la pêche et des mondes ruraux en Méditerranée*. Rapport Annuel, CIHEAM, Montpellier, 132 p.
- CIHEAM, 2012. *Mediterra : La diète méditerranéenne pour un développement régional durable*. Rapport Annuel, CIHEAM, Montpellier, 525 p.
- CIHEAM, 2014. *Mediterra : Logistique et commerce agro-alimentaires un défi pour la Méditerranée*. Rapport Annuel, CIHEAM, Montpellier, 551 p.
- Dasgupta S., Laplante B., Meisner C., Wheeler D., Yan J., 2007, The impact of Sea Level Rise on developing countries : a comparative analysis, *World Bank Policy Research Working Paper*, n°4136, 51 p.
- Dorin B., Treyer S., Paillard S., 2011. *Scenarios and Challenges for Feeding the World in 2050*. Paris: Editions QUAE, 296 p.
- Dorin B., 2015. *L'Europe dans le système alimentaire mondial : un scénario pour 2050 adossé aux projections FAO*. Rapport pour Pluriagri, Cirad, 68 p.
- Drewnowski A., Popkin B. M., 1997. The nutrition transition: new trends in the global diet. *Nutrition Review*, 55(2): 31-43.
- Dumas P., Manceron S., 2014. *GlobAgri methodology*. Note rédigée pour Agrimonde-Terra, 7 p.

- Dumas P., 2014. *GlobAgri: Disagregation and reaggregation of livestock data*. Note rédigée pour Agrimonde-Terra, 8 p.
- Dumas P., Guyomard H., 2014. *The GlobAgri model*. Note rédigée pour Agrimonde-Terra, 11 p.
- Fahed A. C., Abdul-Karim M., El-Hage S., Farhat T. I., Nemer G. M. Diet, 2012. Genetics, and Disease: A Focus on the Middle East and North Africa Region. *Journal of Nutrition and Metabolism*, vol. 2012, 19 p.
- FAO, 2004. *L'eau, l'agriculture et l'alimentation*. Une contribution au Rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau. Rome : FAO.
- FAO, 2011. *Global food losses and food waste. Extent, causes and prevention*. Study conducted for the International Congress Save Food! At Interpack2011, Düsseldorf, Germany.
- FAO, 2012. Country Programming Framework (CPF) Government of Egypt 2012-2017, February 2012.
- Fisher G., Nachtergaele F.O., Prieler S., Teixeira E., Tóth G., van Velthuisen H., Verelst L., Wiberg D., 2012. *Global Agro-Ecological Zones (GAEZ v3.0): Model documentation*. IASA and FAO, Laxenburg, Austria and Rome, Italy.
- Gouell A., El Miniawy A., 1994. Food and agricultural policies in Egypt. *Options Méditerranéennes, Série Cahiers*, 7: 7-68.
- Hare W.L., Cramer W., Schaeffer M., Battaglini A., Jaeger C.C., 2011. Climate hotspots: key vulnerable regions, climate change and limits to warming. *Regional Environmental Change*, 11(Suppl 1): S159-S166.
- Hassan M., 1989. L'industrie des produits laitiers en Egypte. *Options Méditerranéennes, Série Cahiers*, 6: 313- 319.
- Herrero M., Havlik P., Valin H., Notenbaret A., Rufino M.C., Thornton P.K., Blümmel M., Weiss F., Grace D., Obersteiner M., 2013. Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. *PNAS*, 110(52): 20 888-20 893.
- Iglesias A., Mougou R., Moneo M., Quiroga S., 2011. Towards adaptation of agriculture to climate change in the Mediterranean. *Regional Environmental Change*, 11(Suppl 1): S1-S13.
- IPCC, 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- IPEMED, 2010. *Pour une politique agricole et agroalimentaire euro-méditerranéenne*. IPEMED (Institut de Prospective Economique du Monde Méditerranéen), Paris, 34 p.
- IPEMED, 2011. *Les dynamiques des ressources agricoles en Méditerranée. Etat des lieux, recommandations et perspectives*. IPEMED (Institut de Prospective Economique du Monde Méditerranéen), Paris, 82 p.
- IPEMED, 2014. *Céréales et oléo-protéagineux au Maghreb. Pour un co-développement de filières territorialisées*. IPEMED (Institut de Prospective Economique du Monde Méditerranéen), Paris, 136 p.
- ISMEA-IAMB, 2004. *Lo sviluppo rurale nelle politiche di integrazione del bacino del Mediterraneo, Osservatorio permanente sul sistema agroalimentare dei paesi del Mediterraneo*. Bari, 258 p.
- Le Houérou H. N., 1975. Problèmes et potentialités des terres arides de l'Afrique du Nord. *Options Méditerranéennes*, 26: 17-35
- Looney R. E., 1990. Structural and Economic Change in the Arab Gulf after 1973. *Middle Eastern Studies*, 26(4): 514-535.

- Marty P. (collab. Manceron S., Le Mouël C. et Schmitt B.), 2015a. *Le système alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient : Une analyse rétrospective, 1961-2011*. Rapport pour Pluriagri, Paris : INRA-DEPE, 213 p.
- Marty P., Manceron S., Le Mouël C., Schmitt B., 2015b. *Le système alimentaire de la région Afrique du Nord – Moyen-Orient : Une analyse rétrospective, 1961-2011*. Synthèse du rapport pour Pluriagri, Paris : INRA-DEPE, 30 p.
- Monfreda C., Ramankutty N., & Foley J. A., 2008. Farming the planet: 2. Geographic distribution of crop areas, yields, physiological types, and net primary production in the year 2000. *Global biogeochemical cycles*, 22(1).
- Mouhoud El M., 2012. *Political Economy of Arab Revolutions: analysis and prospects for North-African Countries*. Communication à la Joint Conference AHE, IIPPE, FAPE "Political Economy and the Outlook for Capitalism", 20 p.
- Mouhoud El M., 2015. *Regional and Global Integration in the Middle East and North Africa*. Communication au 52^{ème} colloque de l'ASRDLF « Territoires méditerranéens : agriculture, alimentation et villes », 25 p.
- Müller C., Robertson R.D., 2014. Projecting future crop productivity for global economic modeling. *Agricultural Economics*, 45: 37-50.
- Mutin G., 2006, « Quel avenir hydraulique pour l'Égypte ? », *Confluences Méditerranées*, vol. 3, n°58, pp. 115-126
- Niang I., Ruppel O.C., Abdrado M.A., Essel A., Lennard C., Padgham J., Urquhart P., 2014. *2014 Africa*. In *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros V.R., Field C.B., Dokken D.J., Mastrandea M.D., Mach K.J., Bilir T.E., Chatterjee M., Ebi K.L., Estrada Y.O., Genova R.C., Girma B., Kissel E.S., Levy A.N., MacCracken S., Mastrandea P.R., White L.L. (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1199-1265.
- Nigatu G., Motamed M., 2015. *Middle East and North Africa Region: An Important Driver of World Agricultural Trade*. A Report from the Economic Research Service: AES-88, USDA.
- Popkin B. M., Adair, L. S., Weng, S. N., 2012. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutrition Reviews*, 70(1): 3-21.
- UNO, 2013. *World Population Prospects: The 2012 Revision, Key Findings and Advance Tables*. New-York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs/Population Division, 50 p.
- UNO, 2015. *World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables*. New-York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs/Population Division, 59 p.
- United Nations Development Program, 2009. *Challenges to human security in the Arab countries*. Arab Human Development Report, UNDP, Washington, 288 p.
- Walliser Y., 2010. L'agriculture du Kurdistan irakien. Entre destruction et reconstruction. *Etudes rurales*, 186: 133-148.
- Zabel F., Putzenlechner B., Mauser W., 2014. Global Agricultural Land Resources: A high resolution suitability evaluation and its perspectives until 2100 under climate change conditions. *Plos One*, 9(9): e107522.

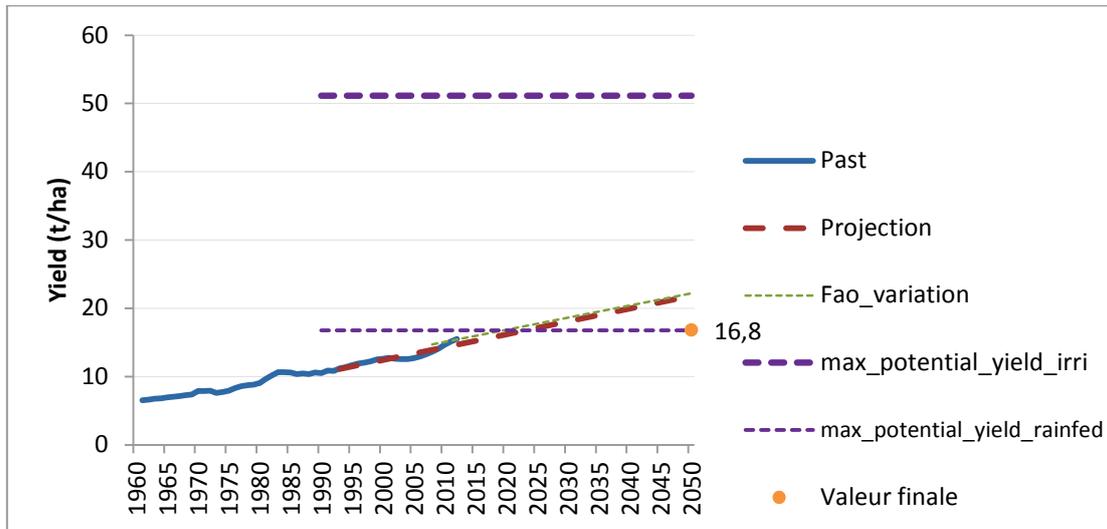
Annexe 1 – Composition des 36 produits et des 17 zones géographiques de GlobAgri-Pluriagri

Produit GlobAgri-Pluriagri	Composition
Aquatic products	Freshwater Fish, Demersal Fish, Pelagic Fish, Marine Fish Other, Crustaceans, Cephalopods, Molluscs, Aquatic Mammals, Aquatic Animals Others, Aquatic Plants, Fish, Body Oil, Fish Liver Oil
Bovine meat	Bovine Meat
Dairy	FAO aggregate: Milk excluding butter
Eggs	Eggs
Other animal products	Meat Other, Honey, Meat Meal
Pork meat	Pork Meat
Poultry meat	Poultry Meat
Small ruminant meat	Mutton and Goat Meat
Grass	Grass from direct grazing and as silage
Occasional	Food leftovers, cut-and-carry forages and legumes, roadside grasses
Stover	Crop residues
Cotton	Seed Cotton
Fibers etc.	Jute, Jute-Like Fibres, Soft-Fibres Other, Sisal, Abaca, Hard Fibres Other
Fruits and vegetables	Tomatoes, Onions, Vegetables Other, Oranges, Mandarines, Lemons, Limes, Grapefruit, Citrus Other, Bananas, Plantains, Apples, Pineapples, Dates, Grapes, Fruits Other,
Other plant products	Tobacco, Rubber, Nuts, Coffee, Cocoa Beans, Tea, Pepper, Pimento, Cloves, Spices Other
Pulses	Beans, Peas, Pulses Other
Roots and tuber	Potatoes, Cassava, Sweet Potatoes, Roots Other, Yams
Maize	Maize
Other cereals	Barley, Rye, Oats, Millet, Sorghum, Cereals Other
Rice	Rice (Paddy equivalent)
Wheat	Wheat
Sugar plants and products	Sugar Cane, Sugar Beet
Olive	Olive
Olive oil	Olive Oil
Other oilcrops	Groundnuts (Shelled Eq), Coconuts - Incl Copra, Sesameseed, Oilcrops Other
Cake other oilcrops	Cake of other oilcrops (cf. ci-dessus)
Oil other oilcrops	Oil of other oilcrops (df. Ci-dessus)
Oilpalm fruit	Oilpalm Fruit
Palm product oil	Palm Oil, Palm Kernel Oil
Palm kernel cake	Palm Kernel Cake
Rape and mustardseeds	Rape and mustardseeds
Rape and mustard cake	Rape and mustard cake
Rape and mustard oil	Rape and mustard oil
Soyabeans	Soyabeans
Soyabean cake	Soyabean cake
Soyabean oil	Soyabean oil
Sunflower seeds	Sunflower seeds
Sunflowerseed cake	Sunflowerseed cake
Sunflowerseed oil	Sunflowerseed oil

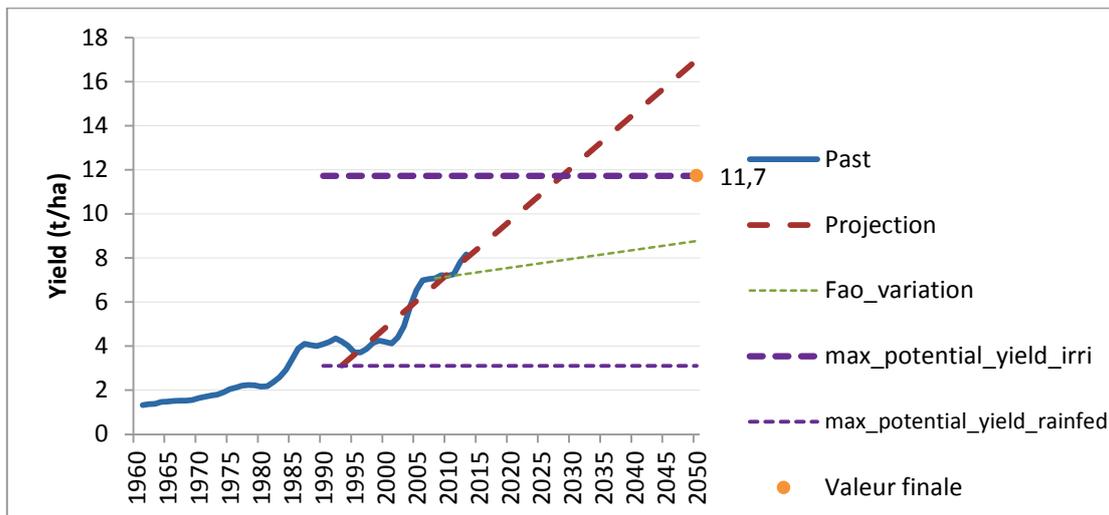
Zone GlobAgri-Pluriagri	Composition
Brazil/Argentina	Brazil, Argentina
Canada/USA	Canada, USA
China	China
Former Soviet Union	Armenia, Azerbaijan, Belarus, Georgia, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Russian Federation, Tajikistan, Turkmenistan, Ukraine, Uzbekistan
India	India
Oceania	American Samoa, Australia, Solomon Islands, Christmas Island, Cocos (Keeling) Islands, Fiji, French Polynesia, Kiribati, Guam, Marshall Islands, Micronesia (Federated States of), Nauru, New Caledonia, Vanuatu, New Zealand, Niue, Norfolk Island, Northern Mariana Islands, Papua New Guinea, Pitcairn Islands, Palau, Tokelau, Tonga, Tuvalu, Wake Island, Wallis and Futuna Islands, Samoa
Rest of Africa	Angola, Botswana, Burundi, Cameroon, Central African Republic, Comoros, Congo, Equatorial Guinea, Djibouti, Gabon, Ghana, Kenya, Lesotho, Liberia, Madagascar, Malawi, Mauritius, Mozambique, Namibia, Nigeria, Eritrea, Zimbabwe, Rwanda, Saint Helena, Ascension and Tristan da Cunha, Sao Tome and Principe, Seychelles, Sierra Leone, Somalia, South Africa, Swaziland, United Republic of Tanzania, Uganda, Ethiopia, Democratic Republic of the Congo, Zambia, Mayotte, Sudan, South Sudan
Rest of America	Antigua and Barbuda, Bahamas, Barbados, Bermuda, Bolivia (Plurinational State of), Aruba, Belize, Cayman Islands, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, Dominican Republic, Ecuador, El Salvador, Grenada, Guatemala, Guyana, Haiti, Honduras, Jamaica, Mexico, Montserrat, Netherlands Antilles, Nicaragua, Panama, Paraguay, Peru, Puerto Rico, Saint Kitts and Nevis, Saint Lucia, Saint Vincent and the Grenadines, Suriname, Trinidad and Tobago, Turks and Caicos Islands, Uruguay, Venezuela (Bolivarian Republic of), British Virgin Islands, United States Virgin Islands, Anguilla
Rest of Asia	Afghanistan, Bangladesh, Bhutan, British Indian Ocean Territory, Brunei Darussalam, Myanmar, Sri Lanka, Cook Islands, Indonesia, Japan, Cambodia, Democratic People's Republic of Korea, Republic of Korea, Lao People's Democratic Republic, Malaysia, Maldives, Mongolia, Nepal, Pakistan, Philippines, Timor-Leste, Singapore, Thailand, Viet Nam
Rest of the world	Albania, French Southern and Antarctic Territories, Bosnia and Herzegovina, Croatia, Iceland, Republic of Moldova, The former Yugoslav Republic of Macedonia, Norway, Switzerland, Serbia, Montenegro
UE-27	Andorra, Austria, Bulgaria, Cyprus, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Ireland, Italy, Latvia, Liechtenstein, Lithuania, Malta, Netherlands, Czech Republic, Poland, Portugal, Romania, Slovenia, Slovakia, Spain, Sweden, United Kingdom, Belgium, Luxembourg
West Africa	Cape Verde, Chad, Benin, Gambia, Guinea, Ivory Coast, Mali, Niger, Guinea-Bissau, Senegal, Togo, Burkina Faso
Egypt	Egypt
Maghreb	Algeria, Libya, Mauritania, Morocco, Tunisia
Middle East	Bahrain, Iran (Islamic Republic of), Iraq, Kuwait, Qatar, Saudi Arabia, Oman, United Arab Emirates, Yemen
Near East	Israel, Jordan, Lebanon, Syrian Arab Republic, Occupied Palestinian Territory
Turkey	Turkey

Annexe 2 – Exemples de plafonnement des rendements végétaux projetés à 2050

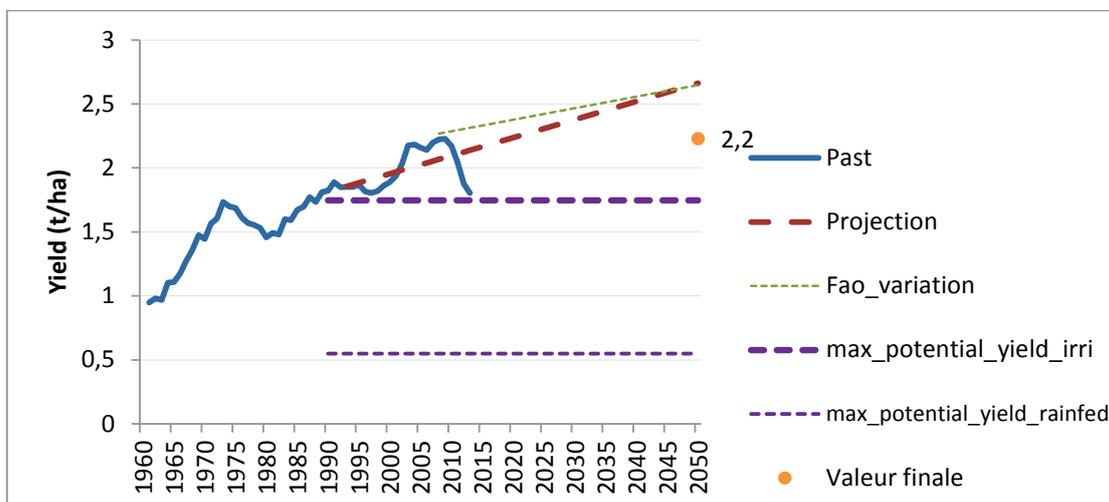
Exemple A.1 – Rendement des fruits et légumes, sous-région Moyen-Orient



Exemple A.2 – Rendement du maïs en Turquie



Exemple A.3 – Rendement du coton au Moyen-Orient



Photographie de couverture : paysage du Maghreb. Jean-Marie Bossenec, ©INRA



Délégation à l'Expertise scientifique,
à la Prospective et aux Etudes

147 rue de l'Université
75338 Paris Cedex 07
France

Tél. : +33 1 42 75 94 90
Fax : +33 1 42 75 91 72
www.inra.fr



Pluriagri

43 rue de Naples
75008 Paris
France

Tél. : +33 1 48 71 90 80