



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Blida1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des biotechnologies

**Mémoire de Fin d'Etudes en vue de l'obtention
du diplôme de Master**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Science Agronomique

Spécialité : Eau et Environnement

Thème

**Estimation des quantités d'eau virtuelle (céréales)
en Algérie**

Présenté par :

DJAOUANE Khayra

Devant le Jury composé de :

Président : Mme. **YAHIA N.** (MCB, Blida 1)

Promoteur : Mr. **ZELLA L.** (Pr, Blida 1)

Examineurs : Mr. **HADJMILOUD S.** (MAA, Blida 1)

Examineurs : Mr. **MIMOUNI N.** (MCB, Blida 1)

Année Universitaire : **2017 /2018**

DEDICACES

Je dédie ce travail

A celle qui m'a comblé d'affection, d'amour et de tendresse et qui a veillé sur moi depuis mon berceau pour consoler mes cris de douleurs, et qui n'a jamais cessé de le faire :

Ma mère

A mon cher regretté père

A tous mes frères et mes sœurs

A tous mes amis(ies) de toute la promotion Eau et Environnement

2017/2018

A toute personne que j'aime et qui m'aime

Remerciements

Avant tous, je remercie Dieu tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.

*Je tiens à exprimer ma reconnaissance à monsieur **ZELLA L.** pour m'avoir proposé ce thème et pour son encadrement. Je remercie Mme **YAHIA N.** pour avoir accepté de présider le jury de soutenance.*

*Mes remerciements s'adressent également à tous les membres de jury composé de **Mr. HADJ MILOUD S.** et **Mr. MIMOUNI N.***

A tous le corps enseignant de l'Université SAAD DAHLEB de Blida, particulièrement aux enseignants de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et ceux du dpt de Biotechnologie.

Résumé :

Le concept de l'eau virtuelle développé ces derniers temps rend compte des volumes d'eau ayant servis à la production d'un quelconque produit. Ce concept est très utilisé dans les échanges caractérisant le commerce international des produits agricoles notamment les céréales, une denrée alimentaire stratégique. Ce concept est surtout visible à travers les échanges entre les pays disposant des ressources hydriques suffisantes et un rendement agricole conséquent et les pays arides souffrant de faibles productivités. C'est le cas de l'Algérie qui importe régulièrement ces besoins en céréales qui augmentent à la faveur de la consommation individuelle de 250 kg/an à quelques 250 000 tonnes annuellement. L'ensemble des besoins en céréales de la population actuelle avoisine 100 Mqx/an dont uniquement 30 à 40% sont couverts par la production nationale. Le reste est importé de l'étranger avec la devise forte. L'insuffisance de la production et des ressources en eau fait croire à certains analystes qu'il est plus rentable d'importer que de produire. C'est peut-être valable pour certains pays ne disposant pas de ressources naturelles suffisantes (foncières et hydriques) mais dans le cas de l'Algérie, il est plus que souhaitable que les efforts soient orientés vers les énormes potentiels fonciers afin d'augmenter les surfaces emblavées et augmenter les rendements.

Mots clé : Eau virtuelle, les céréales, importation, Algérie.

Summary :

The concept of virtual water developed in recent times accounts for the volumes of water used for the production of any product. This concept is widely used in characterizing international trade in agricultural products including cereals, a strategic foodstuff. This concept is especially used through trade between countries with sufficient water resources and a significant agricultural yield and dry countries with low productivity. This is the case of Algeria, which regularly imports these cereal requirements, which increase with individual consumption from 250 kg / year to some 250 000 tones annually. The total cereal needs of the current population are close to 100 Mqx / year, of which only 30 to 40% are covered by national production. The rest is imported from abroad with the strong currency. Inadequate production and water resources make some analysts believe that it is more profitable to import than to produce. This may be true for some countries that do not have sufficient natural resources (land and water) but in the case of Algeria, it is more than desirable that the efforts be directed to the huge land potential to increase the planted areas and increase yields.

Key words : virtual water, cereals, importation, Algeria.

خلاصة :

إن مفهوم المياه الافتراضية الذي تم تطويره في الأونة الأخيرة يمثل كميات المياه المستخدمة لإنتاج أي منتج. هذا المفهوم يستخدم على نطاق واسع في التجارة التي تميز التجارة الدولية في المنتجات الزراعية بما في ذلك الحبوب، المواد الغذائية الاستراتيجية. ويظهر هذا المفهوم بشكل خاص من خلال التجارة بين البلدان ذات الموارد المائية الكافية والحصيلة الزراعية الكبيرة والبلدان الجافة ذات الإنتاجية المنخفضة. هذا هو حال الجزائر التي تستورد بانتظام متطلبات الحبوب هذه، والتي تزداد مع الاستهلاك الفردي من 250 كيلو غرام / سنة إلى حوالي 250000 طن سنوياً. ويبلغ إجمالي احتياجات السكان الحاليين من الحبوب ما يقارب 100 مليون طن/سنة، حيث يغطي الإنتاج الوطني 30 إلى 40 في المائة فقط. يتم استيراد الباقي من الخارج بالعملة القوية. إن عدم كفاية الإنتاج والموارد المائية يجعل بعض المحللين يعتقدون أنه أكثر ربحية للاستيراد من الإنتاج. قد يكون هذا صحيحاً بالنسبة لبعض الدول التي لا تملك موارد طبيعية كافية (الأرض والمياه) ولكن في حالة الجزائر، من المستحسن أن يتم توجيه الجهود إلى الأراضي الهائلة المحتملة لزيادة المناطق المزروعة وزيادة الغلة.

الكلمات المفتاحية: المياه الافتراضية، الحبوب، الواردات، الجزائر.

Liste des tableaux

- Tableau 1.** Taux de couverture des disponibilités alimentaires par la production agricole en 2005.....p3
- Tableau 2.** La quantité des importations et les exportations agroalimentaires en kg l'année 2009 à 2016.....p4
- Tableau 3.** Teneur en eau virtuelle de certains produits par différents auteurs en m³/tonne.....p8
- Tableau 4.** La variation et la grande disparité dans la valeur de l'empreinte hydrique de quelques pays du monde.....p9
- Tableau 5.** Production céréalière, surfaces et rendements en Algérie.....p17
- Tableau 6.** la croissance démographique et les besoins des céréales en Mt en l'année 2010 à 2017.....p19
- Tableau 7.** Les zones production les céréales et la pluviométrie moyenne dans chaque zone et comme bien la productivité moyenne potentielle.....p20
- Tableau 8.** Importation des céréales, campagne (2012/2013) à (2016/2017)p21
- Tableau 9.** Différences entre les besoins et production céréalière locale et écarts et les importations.....p23
- Tableau 9.** Comparaison de la quantité de production et de la quantité d'importations pour les céréales.....p22
- Tableau 10.** Comparaison des quantités produites et des quantités importées.....p24
- Tableau 11.** Comparaison de la quantité de production et de la quantité de besoins pour les céréales.....p26
- Tableau 12.** Calcul de l'Eau virtuelle importée pour trois scénarios.....p27

Liste des figures

- Figure 1.** Composantes de l'eau virtuelle : l'eau verte ,l'eau bleue et l'eau grise.....p7
- Figure 2.** Bilans nets des échanges d'eau virtuelle en Gm³ des pays de la région méditerranéenne.....p13
- Figure 3.** Les flux nets d'importation de l'eau virtuelle liés aux produits agricoles et industriels (1996-2006) en km³ /an.....p14
- Figure 4.** L'évaluation de la production des céréales en Algérie (1998 à 2016)p17
- Figure 5.** Production céréalière, surfaces et rendements en Algérie.....p18
- Figure 6.** Croissance démographique et les besoins des céréales en Mt en l'année 2010 à 2017.....p19
- Figure 7.** Carte des zones céréalières (ITGC).....p20
- Figure 8.** Importation des céréales, campagne 2012/2013 à 2016/2017.....p21
- Figure 9.** Récapitulatif production, besoins et importations.....p22
- Figure 10.** Différences entre besoins et production céréalière locale et écarts et importations.....p24
- Figure 11.** Comparaison de la quantité de production et de la quantité d'importations pour les céréales.....p25
- Figure 12.** Comparaison production et besoins de la population.....p26
- Figure 13.** Histogramme de calcul des équivalences en eau virtuelle correspondantes en optant pour trois scénarios durant les cinq dernières années.....p28

Liste des abréviations

BEC_n : les besoins en eau d'une culture (n) récoltée

CNIS : Centre National d'Information Statistique

ETP_n : Evapotranspiration potentielle de la plante (mm / période de croissance).

ETR : Evapotranspiration réelle

EV : Eau virtuelle

FAO : Food and Agriculture Organization

K_c : Coefficient Cultural

Km³ : Kilomètre cube

m³ : mètre cube

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

MENA : Meadle East and North Africa

Mm³ : Milliard de mètre cube

ONFAA : Observatoire National des filières Agricoles et Agroalimentaires

PPM : Pays Partenaires Méditerranéens

IHE : Institut de l'ingénierie hydraulique

IWMI : Institut international pour la gestion de l'eau

R_n : Rendement de ladite culture exprimé en (tonne / ha).

ITGC : Institut Technique des Grandes Cultures

ha : hectare

mm : millimètre

q : quintal

L : litre

Sommaire

Chapitre 1. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction

1. Sécurité alimentaire
2. Concept de l'eau virtuelle
 - 2.1. L'eau virtuelle
 - 2.2. Importance du concept de l'eau virtuelle
 - 2.3. Méthodologie adoptée pour l'estimation de la teneur en eau virtuelle
3. Le concept d'empreinte en eau
 - 3.1. Empreintes hydriques des nations
 - 3.2. Calcul de l'empreinte hydrique d'une nation
4. Etats des échanges d'eau virtuelle en Méditerranée
5. Importation de l'eau virtuelle
6. Commerce de l'eau virtuelle dans le monde

Chapitre 2. MATERIEL ET METHODE

1. Matériel
 - 1.1. Importance des céréales
 - 1.1.1. La production céréalière
 - 1.1.2. Production céréalière, surfaces et rendements en Algérie
 - 1.1.3. Evaluation du besoin national en céréales
 - 1.1.4. Les zones des production les céréales
 - 1.1.5. La quantité de précipitation dans les zones céréalières
 - 1.1.2. L'importation des céréales en Algérie

Chapitre 3. RESULTATS ET COMMENTAIRES

1. Les besoins et la production céréalière locale, leurs écarts et les importations

1.1. Production et de la quantité d'importations pour les céréales

1.2. La production et les besoins

2. Calcul de l'Eau virtuelle importée

2.1. Méthodes

2.2. Résultat de calcul de l'eau virtuelle importée dans les trois cas

3. Commentaires général

4. Conclusion

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Allan, J.A. (1993) 'Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible' In : Priorities for water resources allocation and management, ODA, London, pp. 13-26.

Allan, J.A. (1994) 'Overall perspectives on countries and regions' In: Rogers, P. and Lydon, P. Water in the Arab World : perspectives and prognoses, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, pp. 65-100.

Allan, J.A. (1997) 'Virtual Water : a long term solution for watershort Middle Eastern economies ? Occasional paper 3, the 1997 British Association Festival of Science, Roger Stevens Lecture, Theatre, University of Leeds, Water and Development Session – TUE.51.14.45. Septembre 1997.21p.

Allan, J.A. (1998) 'Virtual Water : a strategic ressource : global solutions to regional deficits, Ground water, Vol. 36, n°4, p 545-546.

Allan, J.A. (2003) 'Virtual Water. The Water, Food, and Trade Nexus, Useful Concept or Misleading Metaphor ? Water International.28.4.11.

Beaulieu A., 2010. Ubifrance et les Missions Economique, fiche pays: l'Algérie. ME. Ubifrance, Algérie.10p

Chapagain, A.K. and Hoekstra, A.Y. (2003a) 'Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products', Value of Water Research Report Seri No. 13, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

<http://www.waterfootprint.org/Reports/Report13.pdf>.

Chapagain, A.K. and Hoekstra, A.Y. (2004) 'Water footprints of nations, volume1 : Main report, Value of water research report series No.16, Delf (the Netherlands)', UNESCO-IHE, Institute for water education,76p.

FAO (2004) 'Glossary of Land Water Terms', Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

<http://www.fao.org/landandwater/glossary/lwglos.jsp>, 1 April 2004.

Hoekstra, A.Y. and Hung, P.Q. (2002) 'Virtual water trade : A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade', Value of Water Research Report Series No. 11, UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, the Netherlands. <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report11.pdf>

Oki, T.; Sato, M. ; Kawamura, A. ; Miyake, M. ; Kanae, S., and Musiake, K. (2003) 'Virtual water trade to Japan and in the world'. In : Hoekstra, A.Y. 'Virtual water trade : Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade', Value of Water Research Report Series No. 12, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

Smith, (1992) 'CROPWAT a computer program for irrigation planning and management'. FAO irrigation and Drainage. Paper No.46.Rome, Italy : FAO.

Turton, A., (2000) 'A strategic decision-makers guide to virtual water, Papier présenté à l'atelier de travail sur l'eau virtuelle en Afrique du Sud, à Maseru,' <http://www.up.ac.za/academic/libarts/polsci/awiru>.

Zella L., D. Smadhi, Semiani M., Chabane A. Fadjer Z. (2017) 'L'irrigation des céréales en Algérie, quels scénarios envisager'. Revue Recherche agronomique, INRRA, vol.2, n°27 pp92-101.

Zimmer, D., (2003) 'Echanges et géopolitique de l'eau virtuelle, intervenant au Forum mondial de l'eau de 2003 à Kyôto.

Zimmer, D. and Renault, D. (2003) 'Virtual water in food production and global trade : Review of methodological issues and preliminary results' In : Hoekstra, A.Y. 'Virtual water trade : Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade', Value of Water Research Report Series No. 12, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands. <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report12.pdf>.

Introduction générale

Introduction générale

Un grand défi de l'utilisation de la ressource hydrique pointe à l'horizon proche dans la région Moyen Orient et Afrique du Nord (MENA) signale un rapport de la FAO et l'OCDE sur les perspectives agricoles de la période 2018-2027. Ce rapport met en garde ces pays des retombées de la mauvaise gestion de l'eau et son impact sur la sécurité alimentaire. Il est connu à travers les différents rapports de ces instances internationales que la région dont fait partie l'Algérie est la plus pauvre de la planète en matière de ressources hydriques. Aussi c'est la région où les prix de l'eau y sont les plus bas du monde à cause des fortes subventions de la consommation d'eau ayant atteint 2% du produit intérieur brut (PIB) et où la productivité de l'eau est seulement la moitié de la moyenne mondiale.

Les céréales qui constituent la base alimentaire des populations sont gourmandes en eau représentent la majorité de la SAU agricole. Les rendements céréaliers sont faibles et la plupart des pays ne couvrent leurs besoins que grâce aux recours à l'importation.

L'hypothèse que l'on se fixe dans ce travail consiste à analyser les importations cérésières en Algérie ces cinq dernières années d'en déduire les quantités d'eau virtuelles correspondantes en se basant sur trois scénarios (1000-1500 et 3000 m³ d'eau/t de céréales). Ces volumes d'eau correspondent aux besoins en eau des céréales variables d'un pays à l'autre.

Le travail tente de répondre à la question : l'Algérie est-elle contrainte à maintenir cette politique de l'importation des céréales devenu durable ou faut-il chercher d'autres solutions basées sur l'augmentation des superficies et des rendements.

Chapitre 1. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction

Depuis le début du 21^{ème} siècle, l'eau est de plus en plus considérée comme un bien économique. En plus de l'évaluation de l'eau et sa tarification, un autre concept vient renforcer les travaux dans le domaine du manque d'eau et la gestion durable des ressources hydriques, il s'agit de 'l'eau virtuelle'. Ce concept, largement ignorée dans la littérature, permet de mettre en évidence la fraction invisible de l'eau nécessaire à la production d'un bien (37 à 57 fois plus grande que la fraction visible) selon Turton, 2000) et Zimmer (2003). Consommer un kilogramme de blé, c'est aussi, dans les faits, consommer le millier de litres d'eau qu'il a fallu pour faire pousser cette céréale.

Pour les pays en situation de pénurie, il est plus facile de se procurer une tonne de céréales que les 1000 m³ d'eau qui sont nécessaires à sa production. Si tel est le cas, leurs politiques alimentaires sont essentiellement basées sur l'importation de produits agricoles qui recèlent d'importantes quantités d'eau virtuelle. Cette importation devient ainsi une source d'eau, à côté de sources d'eau endogènes. Pour financer ses importations de produits agricoles, un pays doit trouver de l'argent.

Les produits agricoles requièrent de grandes quantités d'eau pour leur production, de quelques centaines de litres par kilogramme de produit à plusieurs dizaines de milliers. Schématiquement, la consommation d'eau des produits végétaux augmente de 200 l/kg pour les cultures sucrières à 300 l/kg pour les légumes, à 1 000 l/kg pour les fruits et à 1 600 l/kg pour les céréales. Elle est démultipliée par chaque transformation. Chacune de nos assiettes contient donc des centaines de litres d'eau virtuelle, et cette richesse en eau est d'autant plus grande que nous mangeons des produits animaux ou transformés.

Des valeurs moyennes de ces contenus en eau virtuelle sont de plus en plus publiées. Les contenus en eau virtuelle sont variables suivant les lieux de production et les modes de transformation. Il n'est aujourd'hui pas possible d'associer à un produit acheté donné une valeur précise car la chaîne de production des produits vendus est souvent peu connue. Seuls des ordres de grandeur sont disponibles. En l'absence d'outils de comparaison des contenus en eau virtuelle de produits similaires, les consommateurs gardent néanmoins la possibilité de raisonner leurs régimes alimentaires en tenant compte des ordres de grandeur relatifs de différents produits, ce qui offre déjà de nombreuses options pour consommer de manière plus responsable.

Chapitre 1. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Un élément souvent débattu est la part de la viande dans nos régimes alimentaires. La viande est un des principaux pourvoyeurs de protéines, mais la conversion des produits végétaux en produits animaux n'est pas très efficace. En gros, 10 kg de nourriture végétale produisent 5 kg de volaille, 3 kg de porc et moins de 1 kg de bœuf, et les quantités d'eau virtuelle contenues dans ces viandes varient dans les mêmes proportions.

1. Sécurité alimentaire

Les pays qui n'assurent pas de couverture alimentaire à leur population pour des raisons d'insuffisance de savoir-faire, de volonté politique, de manque d'eau, de manque de terres ou de main d'œuvre sont contraints de puiser dans leurs maigres cagnottes afin d'importer ces besoins pour subvenir aux besoins alimentaires. Cependant, la satisfaction relativement bonne des besoins alimentaires de la population repose principalement sur une importation massive des produits agricoles et alimentaires. En effet, l'Algérie présente un assez faible taux de couverture des denrées alimentaire de base (tableau ci-dessous) et fait partie des dix principaux pays importateurs des produits alimentaires au niveau mondial. La vulnérabilité alimentaire du pays est donc une donnée établie.

Tableau 1. Taux de couverture des disponibilités alimentaires par la production agricole en 2005

Produit	Taux de couverture (%)
Céréales et dérivés	35
Lait et dérivés	42
Légumes secs	30
Viandes	100
Pomme de terre	100
Tomate industrielle	100
Fruits et légumes	100
Sucre ,thé et café	0

Source : MADR (2008)

L'Algérie était, en 2005, l'un des dix principaux pays importateurs des produits alimentaires au niveau mondial et le premier en Afrique, d'où une dépendance marquée

Chapitre 1. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

vis-à-vis du marché international (Beaulieu, 2010). La valeur des importations de denrées alimentaires dépasse le quart du total des importations.

Les importations des produits agroalimentaires en Algérie des huit dernières années (2009 à 2016) d'après les données de CNIS.

Tableau 2. La quantité des importations et les exportations agroalimentaires en kg l'année 2009 à 2016

l'année	importation agroalimentaire en kg	Exportation agroalimentaires en kg
2009	12213340859	145924502
2010	12817727398	477462018
2011	16499479852	448444012
2012	15323295054	442078104
2013	16297532870	610849107
2014	18930551919	572582095
2015	20277015436	465448698
2016	19651090776	58837175

Source : d'après les données de CNIS

2. Concept de l'eau virtuelle

L'eau virtuelle est un concept introduit par J.A. Allan dont ces travaux menés sur les importations des pays du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord. Allan s'est interrogé sur les raisons de l'absence de véritables guerres de l'eau au Moyen Orient et sur les politiques d'autosuffisance alimentaire affichées par les pays de ces régions. L'autosuffisance alimentaire suppose qu'un pays ait entre autres les ressources en eau suffisantes pour répondre à ses besoins en eau nationaux domestiques, industriels, environnementaux et agricoles.

Dans ces régions, de fortes pressions anthropiques sur les ressources en eau ont conduit à des efforts considérables pour augmenter les capacités de mobilisation de celles-ci. Les tensions sur les ressources en eau entre les différents secteurs utilisateurs (domestique, industriel et agricole), fragilise l'approvisionnement de chacun des secteurs et notamment le secteur agricole qui exige le plus d'eau.

Les pays ne possédant ni la technique, ni le savoir-faire, ni la volonté politique, ni les moyens financiers nécessaires sont obligés à orienter leur devise à importer les ressources alimentaires ou à vivre la famine dans le cas contraire.

Chapitre 1. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Selon la FAO, la sécurité alimentaire est obtenue lorsque tous les membres d'une société disposent, de façon constante, des conditions physique et économique permettant d'avoir accès à une nourriture suffisante, saine et nutritive correspondant à leurs préférences alimentaires et leur permettant de mener une vie active saine. Le concept de sécurité alimentaire diffère donc de celui d'autosuffisance alimentaire, car il ne pose pas de contrainte sur la localisation de la production agricole ou alors seulement indirectement si elle affecte les conditions d'accès à l'offre. Il se focalise en effet sur les conditions permettant de sécuriser la disponibilité en disponibilité en quantité et en qualité, la stabilité pour tous et tout le temps, l'accès physique, économique et social, les conditions hygiéniques et sanitaires de l'offre.

Pour matérialiser ces phénomènes, Allan a eu dès 1993 recours à cette métaphore de l'eau virtuelle (Allan, 1993). Avant cette date, le terme employé était 'eau incorporée ou embedded water' mais, qui n'avait pas véritablement mobilisé l'attention de la communauté internationale de l'eau.

Ainsi, à travers les échanges de biens agricoles, ont lieu, virtuellement des transferts d'eau des pays exportateurs vers les pays importateurs, puisque la production des produits échangés a nécessité dans le pays exportateur, la consommation d'une certaine quantité d'eau. Ainsi, le concept de l'eau virtuelle est désormais utilisé dans les bilans d'eau d'une région, d'un pays ou d'un continent.

Ce concept est introduit dans les critères de gestion de l'eau des centres internationaux comme l'IHE (Institut de l'ingénierie hydraulique), l'IWMI (Institut international pour la gestion de l'eau) et d'organismes internationaux comme la FAO et le Conseil mondial de l'eau. Des efforts de recherche importants ont été consentis pour comptabiliser l'eau virtuelle et ses flux dans le monde.

2.1. L'eau virtuelle

L'eau virtuelle est définie comme le volume d'eau nécessaire à la production d'un bien ou d'un service (Allan, 1993). En particulier, les échanges internationaux de produits agricoles entraînent des transferts invisibles d'eau d'un pays à un autre, de l'eau utilisée dans le processus de production des dits bien ou service. Cette eau est qualifiée de virtuelle car elle n'est plus présente en tant que telle dans les produits ainsi échangés. Le contenu en eau dépend alors des conditions de production, dans le temps et dans

Chapitre 1. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

l'espace, et de l'efficacité dans l'utilisation faite de l'eau. Un pays peut économiser ses ressources en eau lorsqu'il décide d'importer le produit plutôt que de le produire lui-même. L'économie réalisée n'est donc pas égale à la quantité d'eau virtuelle contenue dans le produit importé mais à la quantité d'eau qui aurait été nécessaire si ce bien ou ce service avait été produit dans le pays importateur.

2.2. Importance du concept de l'eau virtuelle

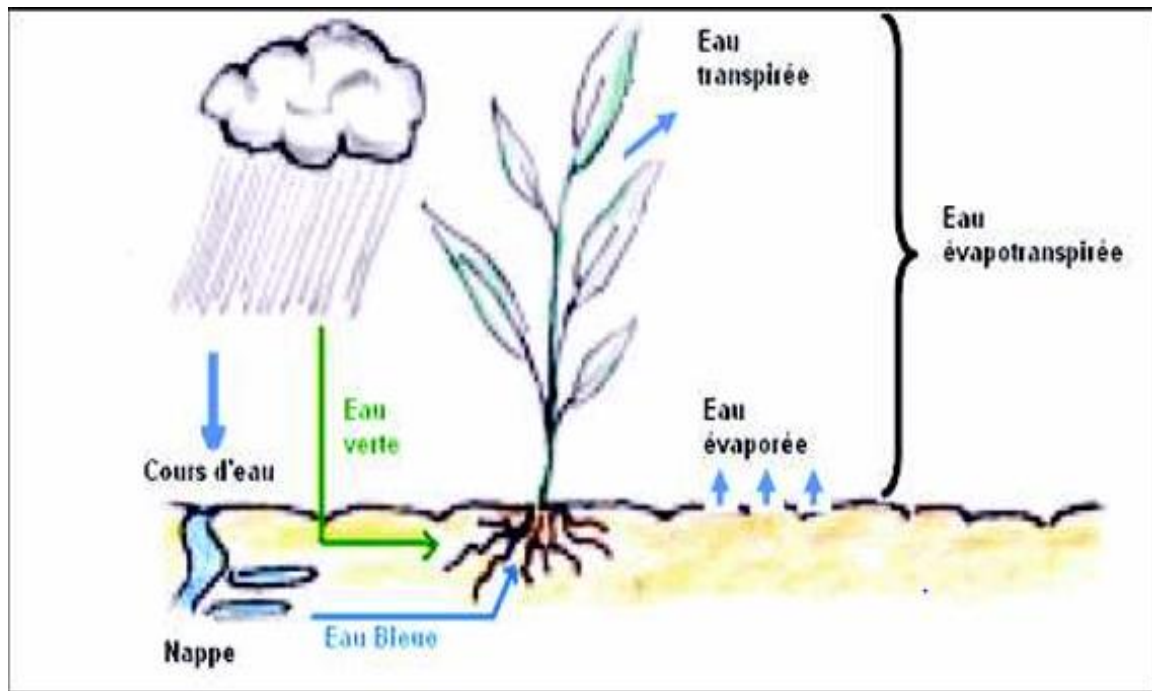
Plusieurs travaux de recherche se sont intéressés à l'estimation de l'eau virtuelle (Zhao et Samson, 2012; Dominguez, 2010) et à l'étude de son importance dans l'atteinte des objectifs de sécurité alimentaire.

Dans le cas des produits agricoles, l'eau virtuelle est l'eau évapotranspirée par les cultures. On peut alors distinguer les principales composantes de l'eau virtuelle : **l'eau verte** (l'eau provenant des précipitations et présente naturellement dans le sol) et **l'eau bleue** (l'eau de surface et souterraine utilisée en d'irrigation). **L'eau grise** est celle des deux précédentes fractions utilisées et donc polluée puis rejetée comme l'eau de drainage.

La part relative de l'une et de l'autre dans la consommation globale d'eau par les cultures peut varier considérablement. La mobilisation de l'eau bleue et de l'eau verte ne demande pas les conditions, ni les mêmes moyens et n'a pas nécessairement les mêmes impacts sur le milieu.

La disponibilité de l'eau verte dépend de condition climatique, elle peut aussi être conditionnée par l'aménagement du territoire et l'occupation du sol à l'échelle du bassin versant considéré. L'eau bleue disponible dépend aussi de la pluviométrie mais pas aussi directement en particulier parce qu'elle inclut l'eau souterraine dont les sources alimentation. La mobilisation et la gestion de l'eau bleue dans l'espace et dans le temps vise à s'affranchir de la pluviométrie et elle génère des coûts (financiers et économiques) plus élevés que l'eau verte.

Chapitre 1. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE



Source : PNUE 2008

Figure1. Composantes de l'eau virtuels : l'eau verte ,l'eau bleue et l'eau grise

3. Méthodologie adoptée pour l'estimation de la teneur en eau virtuelle

Plusieurs auteurs se sont intéressés à quantifier l'eau virtuelle de produits, c'est – à-dire l'eau virtuelle qui a été nécessaire à les produire. L'estimation de la teneur en eau virtuelle nécessaire à la production des différentes cultures en (m³/tonnes) a été effectuée selon la méthode proposée par Hoekstra et Hung (2003).

Dans le cas des produits agricoles, l'eau virtuelle est l'eau évapotranspirée par les cultures. Deux composantes de l'eau virtuelle peuvent alors être distinguées : l'eau provenant des précipitations et présente naturellement dans le sol, appelée eau verte, et l'eau d'irrigation ou l'eau bleue. La première étape pour calculer la teneur en eau virtuelle utilisée est d'estimer les besoins en eau d'une culture (n) récoltée (BECn), exprimée en (m³/tonne) (Chatzimpiros et Barles, 2007).

$$\mathbf{BECn} = \frac{\mathbf{ETPn}}{\mathbf{Rn}} \dots\dots\dots (1)$$

Ou ETPn est l'évapotranspiration potentielle de la plante (mm / période de croissance). Calculée par la méthode de Penman-Monteith (Allan, 1998) et mise à disposition par la FAO.

Chapitre 1. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Rn est le rendement de ladite culture exprimé en (tonne / ha).

En se basant sur l'équation (1), les besoins réels en eau des cultures ETR (m³/ha) sont calculés à partir de l'ETPn ajustée avec les coefficients culturaux (kc). Le logiciel CROPWAT (FAO, 1992) est utilisé à cette fin. La teneur en eau virtuelle (EV). Est alors dérivée par l'équation (2) :

$$EV = \frac{ETR}{Kc} \dots \dots \dots (2)$$

Ainsi, la teneur en eau virtuelle de la culture par unité (m³/tonne) a été estimée comme le rapport entre la consommation d'eau (m³/ha) et le rendement de la culture (tonne/ha). Les calculs ont été effectués avec une application Excel et contrôlée par le logiciel CROPWAT basé sur la méthode modifiée de Penman Monteith (Smith, 1992). Ce logiciel a été conçu dans le but de calculer l'évapotranspiration de référence (ET₀), la pluie efficace (eau verte), les besoins en eau des cultures et les besoins en eau d'irrigation (eau bleue). **Le tableau 3** résume les teneurs en eau virtuelle de quelques produits estimés par différents auteurs.

Tableau 3. Teneur en eau virtuelle de certains produits par différents auteurs en m³/tonne

Produits	Hoekstra & Hung (2003)*	Chapagain & Hoekstra (2003)*	Zimmer and Renault (2003)**	Oki et al (2003)***
Blé	1150	-	1160	2000
Riz	2656	-	1400	3600
Maïs	450	-	710	1900
Pomme de terre	160	-	105	-
Soja	2300	-	Egypt : 2750	2500
Bœuf	-	15977	13500	20700
Porc	-	5906	4600	5900
Volaille	-	2828	4100	4500
Œufs	-	4657	2700	3200
Lait	-	865	790	560
Fromage	-	5288	-	-

*Les chiffres donnés représentent les moyennes mondiales.

**Sauf indication contraire, les données se réfèrent à une étude pour la Californie.

Chapitre 1. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

***les données se référant au Japon

3. Le concept d’empreinte en eau

Pour rendre compte de la quantité d’eau nécessaire pour soutenir un mode de consommation donné, on a proposé le concept d’empreinte en eau. Développé par analogie avec le concept d’empreinte écologique, le concept d’empreinte en eau a été introduit par Hoekstra et Hung (2002) comme un indicateur qui permettrait de mesurer l’impact de l’ensemble de la consommation humaine sur les ressources mondiales en eau douce afin d’évaluer si une région ou un pays consomme ses ressources de façon durable ou non. Le tableau suivant montre la variation et la grande disparité dans la valeur de l’empreinte hydrique de quelques pays du monde.

Tableau 4. La variation et la grande disparité dans la valeur de l’empreinte hydrique de quelques pays du monde

Pays	En m³ par personne par an
Etats-Unis	2483
Canada	2049
France	1875
Russie	1858
Brésil	1381
Algérie	1300
Inde	980
Haïti	848
Chine	702
Moyenne mondiale	1243

Source : Chapagain et Hoekstra (2004).

Les gens consomment beaucoup d'eau pour boire, cuisiner et se laver, mais encore plus pour produire des aliments, du papier, des vêtements en coton, etc. L'empreinte eau d'un individu, d'une entreprise ou d'une nation est définie comme le volume total d'eau douce utilisé pour produire les biens et services consommés par l'individu, l'entreprise ou la nation. Comme toutes les marchandises consommées dans un pays donné ne sont pas produites dans ce pays, l'empreinte hydrique comprend deux parties

Chapitre 1. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

: l'utilisation des ressources en eau endogènes et l'utilisation de l'eau à l'extérieur des frontières du pays ou exogènes. Afin de donner une image complète de l'utilisation de l'eau, l'empreinte hydrique inclut à la fois l'eau prélevée dans les eaux de surface et souterraines et l'utilisation de l'eau du sol (dans la production agricole).

Alors que l'empreinte écologique évalue la surface nécessaire pour maintenir la vie d'une personne, ou d'une population, l'empreinte eau indique le volume d'eau annuel nécessaire pour faire satisfaire en eau une population. La première évaluation des empreintes hydriques des nations a été réalisée par Hoekstra et Hung (2002). Chapagain et Hoekstra (2003a) ont fait une évaluation plus détaillée.

3.1. Empreintes hydriques des nations

Le concept d'empreinte eau est étroitement lié au concept d'eau virtuelle. Lors de l'évaluation de l'empreinte hydrique d'une nation, il est essentiel de quantifier les flux d'eau virtuelle quittant et entrant dans le pays. Si l'on prend l'utilisation des ressources en eau domestique comme point de départ pour l'évaluation de l'empreinte hydrique d'une nation, on devrait soustraire le débit d'eau virtuelle qui quitte le pays et ajouter le flux d'eau virtuel qui entre dans le pays.

Au cours des dernières années, un certain nombre d'études sont devenues disponibles qui montrent que les flux d'eau virtuels entre les nations sont substantiels. Toutes les études ont montré que la somme globale des débits d'eau virtuels internationaux doit dépasser 1000 milliards de mètres cubes par an (Hoekstra et Hung, 2002 ; Chapagain et Hoekstra, 2003a, Zimmer et Renault, 2003, Oki et al., 2003).

Dans une économie mondiale ouverte, selon la théorie du commerce international, les gens d'un pays chercheront à réaliser des profits en échangeant des produits fabriqués avec des ressources abondamment disponibles dans le pays pour des produits qui ont besoin de ressources à peine disponibles. Les gens dans les pays où l'eau est une ressource relativement rare pourraient donc viser à importer des produits nécessitant beaucoup d'eau dans leur production (produits à forte consommation d'eau) et à exporter des produits ou des services nécessitant moins d'eau. Cette importation d'eau virtuelle (par opposition à l'importation d'eau réelle, qui est généralement trop chère) soulagera

Chapitre 1. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

la pression sur les ressources en eau de la nation. Pour les pays riches en eau, une argumentation peut être faite pour l'exportation d'eau virtuelle.

3.2. Calcul de l'empreinte hydrique d'une nation

L'empreinte hydrique d'un pays (PAM, m³ / an) est égale au volume total d'eau utilisée, directement ou indirectement, pour produire les biens et services consommés par les habitants du pays. Une empreinte eau nationale a deux composantes, l'empreinte hydrique interne et externe :

$$\mathbf{WFP=IWFP+EWF \text{ (3)}}$$

L'empreinte hydrique interne (IWFP) est définie comme l'utilisation des ressources en eau domestiques pour produire des biens et services consommés par les habitants du pays. C'est la somme du volume d'eau total utilisé par les ressources en eau domestiques dans l'économie nationale moins le volume d'eau virtuelle exporté vers d'autres pays pour ce qui est des exportations de produits nationaux (VMedom, m³ / an).

$$\mathbf{IWFP=AWU+IWW+DWW-VWE_{dom} \text{ (4)}}$$

Les trois premières composantes représentent le volume d'eau total utilisé dans l'économie nationale (en m³ / an) : AWU est l'utilisation agricole de l'eau, prise égale à la demande d'eau évaporative des cultures, et IWW et DWW sont les prélèvements d'eau dans les industries. Et les secteurs domestiques respectivement. L'utilisation agricole de l'eau comprend à la fois des précipitations efficaces (la partie des précipitations totales qui sont retenues par le sol pour pouvoir être utilisées pour la production agricole (FAO, 2004) et la part de l'eau d'irrigation utilisée efficacement pour la production agricole. N'incluent pas les pertes d'irrigation au cours de l'utilisation de l'eau à des fins agricoles, en supposant qu'elles reviennent en grande partie à la base de ressources et peuvent donc être réutilisées.

L'empreinte hydrique externe (EWFP) d'un pays est définie comme le volume annuel des ressources en eau utilisées dans d'autres pays pour produire des biens et des services consommés par les habitants du pays concerné. Il est égal à l'importation d'eau dite

Chapitre 1. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

virtuelle dans le pays (VWI, m³ / an) moins le volume d'eau virtuelle exportée vers d'autres pays à la suite de la réexportation de produits importés (VWE_{re-export}).

$$EWFP = VWI - VWE_{re-export} \quad (5)$$

L'empreinte hydrique interne et externe comprend l'utilisation de l'eau bleue (eau souterraine et de surface) et l'utilisation de l'eau verte (humidité stockée dans les strates du sol).

Pour effectuer des comparaisons entre pays, il est utile de calculer l'empreinte hydrique moyenne par habitant par pays (WFP_{pc}, m³ / cap / an) :

$$WFP_{PC} = \frac{WFP}{Total\ population} \quad (6)$$

4. Etats des échanges d'eau virtuelle en Méditerranée

Parmi les trente premiers exportateurs mondiaux d'eau virtuelle contenue dans les produits agricoles, nous retrouvons quatre pays européens : France, Grèce, Royaume-Uni, Suède et un des PPM (Pays Partenaires Méditerranéens), la Syrie. A l'opposé, parmi les trente premiers importateurs nets, nous retrouvons six pays européens : Pays-Bas, Espagne, Allemagne, Italie, Belgique et Portugal et six PPM : Egypte, Algérie, Maroc, Israël, Jordanie, Tunisie. Les importations nettes d'eau virtuelle pour les pays du bassin méditerranéen approchaient pour la période 1995 à 1999 un volume de 77 km³ par an dont 48 km³ par an pour les PSEM. Les écarts entre région sont significatifs ; le sud est responsable de plus de la moitié de la totalité des importations contre 37% et 10% pour respectivement le Nord et l'est. A l'exception de la France et de la Syrie qui sont exportateurs nets, la très grande majorité des pays sont, en moyenne, importateurs nets d'eau virtuelle. Les plus gros importateurs de la région méditerranéenne sont l'Italie, l'Egypte, l'Espagne et l'Algérie.

5. Importation de l'eau virtuelle

La quantité d'eau virtuelle importée par un pays donne la mesure de son degré de dépendance par rapport au marché international pour assurer son approvisionnement

Chapitre 1. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

(FAO, 2004). Il y a davantage d'eau qui pénètre dans la région MENA via les importations alimentaires par an que d'eau qui s'écoule annuellement dans le Nil et le Jourdain (Allan, 1997). Sur la période 1995-1999, les régions de l'Afrique du Nord et le Moyen Orient sont classées respectivement 3^{ème} et 4^{ème} à l'échelle mondiale en terme d'importations brutes de l'eau virtuelle. Sur la figure est montrée l'eau virtuelle en milliards de m³ échange entre ces régions durant la période 2000-2004 (Plan bleu).



Source : Plan bleu.

Figure 2. Bilans nets des échanges d'eau virtuelle en Gm³ des pays de la région méditerranéenne.

Il est établi que « dans certains pays, l'importation d'eau virtuelle, sous forme de produits agricoles dont la culture nécessite une irrigation intensive, aussi connu sous l'expression "Production inversive de l'eau", peut être une démarche plus pratique et plus rentable pour garantir la sécurité alimentaire que de cultiver directement des produits ».

D'après Fernandez et Thivet (2008), le commerce des produits agricoles est responsable de près de 90% des échanges d'eau virtuelle dans le monde, Ainsi, l'importation des aliments est équivalente à l'importation d'eau sous une forme condensée (Allan, 1994).

Chapitre 1. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

6. Commerce de l'eau virtuelle dans le monde

Plusieurs pays comme le Japon, le Mexique, la majorité des pays de l'Europe, les pays de la région MENA sont des importateurs nets de l'eau virtuelle donc la sécurité hydrique dépend des ressources externes. La région méditerranéenne, au sens de 21 riverains, est importatrice nette de l'eau virtuelle. Le Plan Bleu (2008) estime le volume importé depuis 1990 de 220 km³ /an pour les produits végétaux et 50 km³ /an pour la viande bovine, il apparaît clairement que l'eau virtuelle est un mode de partage et d'équilibre des ressources inégalement distribuées dans le monde (figure 3).

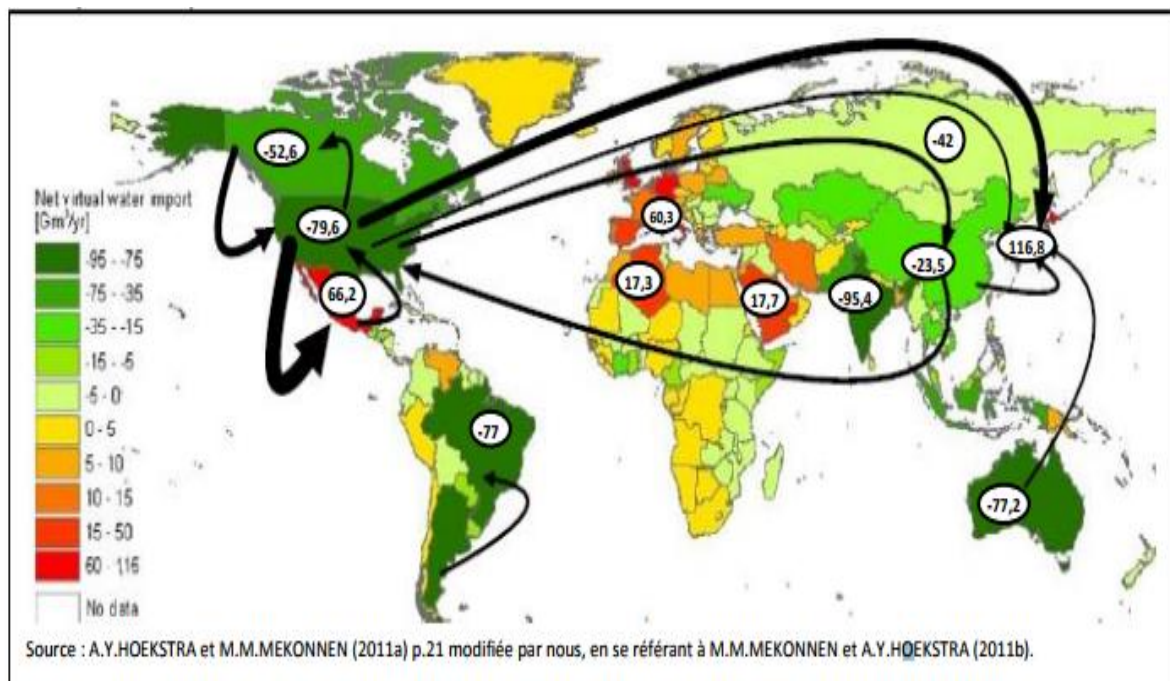


Figure 3. Les flux nets d'importation de l'eau virtuelle liés aux produits agricoles et industriels (1996-2006) en km³ /an

Le commerce global de l'eau virtuelle peut permettre une économie d'eau si ces produits s'échangent des pays à forte productivité de l'eau vers les pays où la productivité de l'eau est faible. Par exemple le Mexique importe le blé, le maïs et le sorgho des États-Unis qui exigent 7,1 km³ de l'eau par an aux États-Unis. Si le Mexique produisait les récoltes importées, cela en demanderait 15,6 km³. Cette opération

Chapitre 1. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

d'échange a permis d'économiser de fait 8,5 km³ d'eau par an. Le volume global de l'eau économisé par le commerce international, entre 1996 et 2005, a été estimé de 369 km³ /an, soit 13,5 % du volume globale de l'eau utilisé au niveau mondial pour la production agricole. Un nombre important de pays ont réduit l'utilisation des ressources internes à travers l'importation de l'eau virtuelle (figure 3) le Japon a économisé 134 km³, le Mexique 83 km³, Italie 54 km³, la Grande Bretagne 53 km³, l'Allemagne 50 km³, le Nord-Africain (y compris l'Égypte) 114,9 km³, etc.

Les produits permettant aux pays du monde de réaliser ces économies d'eau sont : les céréales avec 196 km³ (le maïs 71 km³, le blé 67 km³, le riz 27 km³...etc.), les produits oléagineux 82 km³ (soja 60 km³ et autres 21 km³) et les produits d'origines animales 56 km³ (volaille 25 km³, produits laitiers 16 km³, bovin 16 km³, porc 2 km³) (WWDR3, 2009 ; Hoekstra et Mekonnen 2011a ; 2011b).

7. Objectifs de l'eau virtuelle

Les objectifs de l'eau virtuelle sont doubles : fournir aux gouvernements des pays déficitaires en eau les informations et les outils pour leur permettre :

- d'opter pour l'utilisation de l'eau virtuelle comme moyen performant pour parvenir à économiser davantage d'eau , et de faire de ce procédé une partie intégrante des politique régionale et nationales des gouvernements en matière de l'eau ,de nourriture et d'environnement ;

- d'instaurer des mécanismes pour soutenir les pays concernés par des pénuries d'eau chroniques afin de trouves les moyens (à travers l'utilisation de leurs ressources humaines et naturelles) d'accéder aux devises étrangères et aux marchés internationaux pour assurer leur propres sécurité alimentaire.

Chapitre 2. MATERIEL ET METHODES

Chapitre 2. MATERIEL ET METHODES

Dans ce travail purement analytique, il a été surtout fait appel aux bases de données les plus sûres et fiables comme matériel, celles relatives à la céréaliculture (production, rendements, consommation, importations), tirées des données du CNIS et confrontées aux données publiées dans des rapports nationaux et internationaux (ONFAA, Actualités, FAO, BM, ...).

1. Matériel

1. 1. Importance des céréales

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière.

1.1.1. La production céréalière

La production des céréales, jachère comprise, occupe environ 80% de la superficie agricole utile (SAU) du pays, La superficie emblavée annuellement en céréales se situe entre 3 et 3 ,5 million d'ha. Les superficies annuellement récoltées représentent 63% des emblavures. Elle apparait donc comme une spéculation dominante.

Spéculation pratiquée par la majorité des exploitations (60% de l'effectif global (RGA, 2001), associé à la jachère dans la majorité des exploitations.

Spéculation présente dans tous les étages bioclimatiques, y compris dans les zones sahariennes.

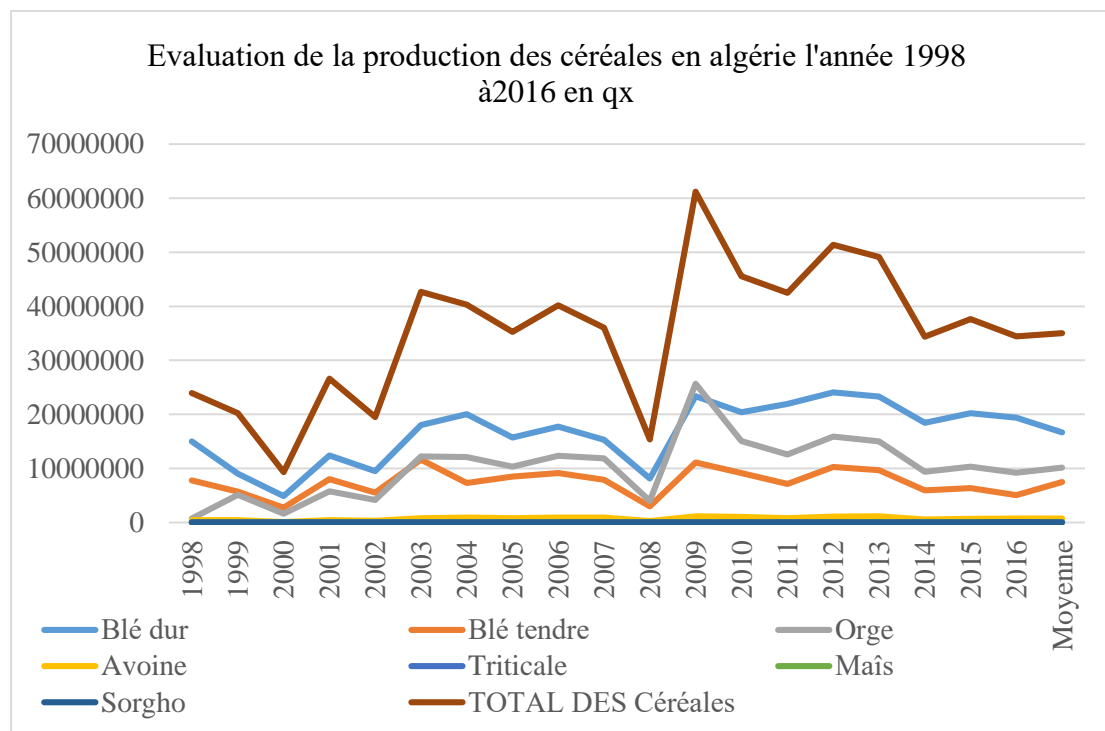
En matière d'emploi, plus de 500 000 emplois permanents et saisonniers sont procurés par le système céréalier (ministère de l'Agriculture).

La céréaliculture est l'une des cultures « dites stratégiques », elle occupe une place dominante en Algérie, tant par la grande superficie qu'elle occupe (plus de 8 millions d'hectares, entre jachère et céréales), que par son niveau de consommation élevé de 250 kg/habitant/an.

La production moyenne interannuelle des céréales en Algérie ne dépasse pas les 3,5 millions de tonnes d'après notre calcul la moyenne des données de MADR de l'année 1998 à 2016.

Chapitre 2. MATERIEL ET METHODES

Cette production est aussi instable, elle fluctue entre une production de l'ordre de 0,9 millions de tonnes en 2000 à 6,1 millions de tonnes en 2009.



Source : D'après les données de MADR

Figure 4. L'évaluation de la production des céréales en Algérie (1998 à 2016).

Les céréales principales produites en Algérie sont le blé dur, blé tendre et l'orge avec une dominance du blé dur.

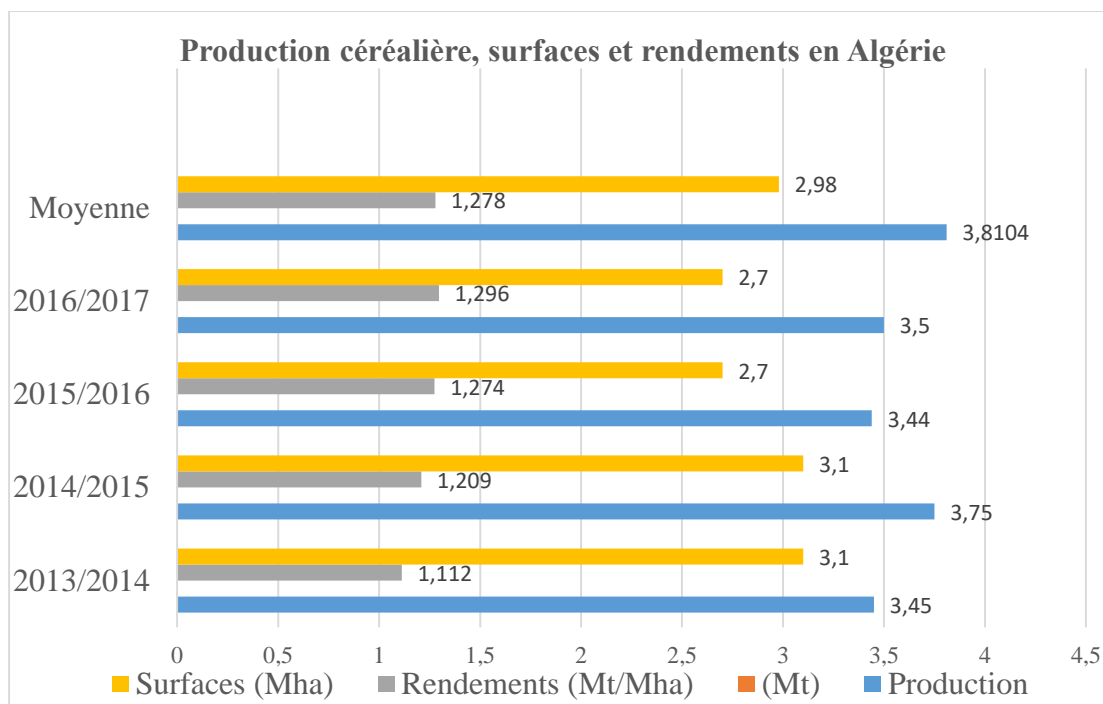
1.1.2. Production céréalière, surfaces et rendements en Algérie

Tableau 5. Production céréalière, surfaces et rendements en Algérie

Année	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	Moyenne
Production (Mt)	4,912	3,45	3,75	3,44	3,50	3,8104
Rendements (Mt/Mha)	1,488	1,112	1,209	1,274	1,296	1,278
Surfaces (Mha)	3,3	3,1	3,1	2,7	2,7	2,98

Source : Banque mondiale

Chapitre 2. MATERIEL ET METHODES



Source : D'après les données de la Banque mondiale.

Figure 5. Production céréalière, surfaces et rendements en Algérie

Durant la période des campagnes (2013/2014 à 2016/2017), la superficie des céréales a occupé en moyenne une superficie 2,98 Mha, la production moyenne est égale 3,81Mt et le rendement moyen à 12,78qx/ha.

Nous observons dans ce diagramme que la production et le rendement augmentent ainsi que la superficie mais la production et le rendement diminuent.

1.1.3. Evaluation du besoin national en céréales

La céréaliculture constitue la base de l'alimentation en Algérie, les besoins nationaux en cette denrée dépassent les 10 million de tonne en moyenne par an.

La consommation moyenne par habitant et par an en céréales sans cesse croissante sera de l'ordre de 250 kg/hab./an selon quelques rapports, donc les besoins nationaux en céréales seront comme suite :

Chapitre 2. MATERIEL ET METHODES

Tableau 6. Croissance démographique et les besoins des céréales en Mt en l'année 2010 à 2017.

Années	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Population	36,11	36,82	37,56	38,34	39,11	39,87	40,60	41,70
Besoins en Mt de céréales	9,027	9,20	9,39	9,58	9,777	9,967	10,150	10,42

Source : Banque mondiale

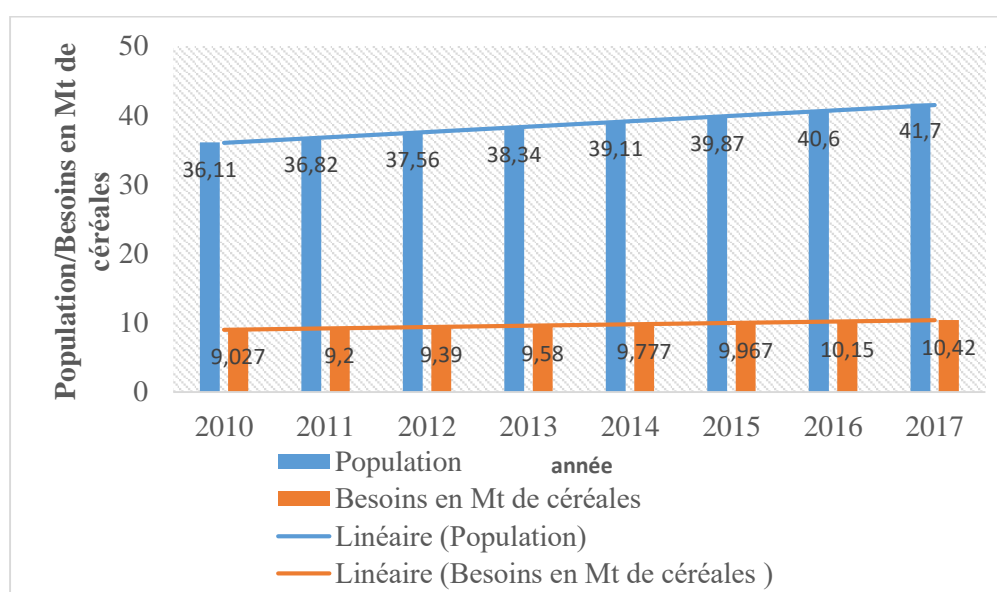


Figure 6. la croissance démographique et les besoins des céréales en Mt en l'année 2010 à 2017

1.1.4. Les zones des production les céréales

Le tableau suivant représente les zones des productions des céréales et la pluviométrie moyenne dans chaque zone ainsi que la productivité moyenne potentielle, tel que des rendements de 30 à 40 qx enregistrés dans la zone de plaines littorales et sub-littorales où la pluviométrie supérieure à 600/mm.

Chapitre 2. MATERIEL ET METHODES

1. 1. 2. Importation des céréales en Algérie

L'Algérie est classée parmi les 17 pays les plus pauvres en eau à travers le monde. En effet, avec moins de 300 m³/hab./an d'eau renouvelable, l'Algérie dispose de moins de 30% du seuil théorique de rareté fixé par la Banque Mondiale à 1000 m³/hab./an. Etant dans l'impossibilité d'étendre sa SAU et/ou d'augmenter les surfaces irriguées, pour combler le déficit alimentaire, l'Algérie a depuis longtemps eu recours à des importations massives de produits alimentaires stratégiques, particulièrement les céréales, les matières grasses et les sucres.

Dans ce travail c'est surtout les importations des céréales **qui intéressent le calcul de l'eau virtuelle (tableau 8)** de (2012/2013) à (2016/2017).

Tableau 8. Importation des céréales, campagne (2012/2013) à (2016/2017).

Année	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	Moyenne
Importations (Mt)	9,6	11,7	12,3	13,6	13,2	12,08

Source : Banque mondiale

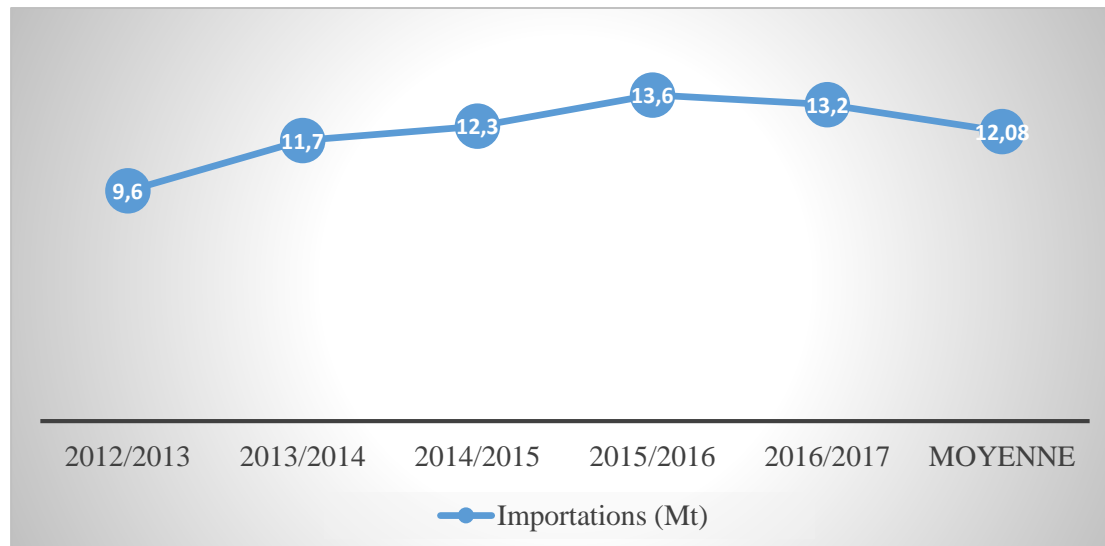
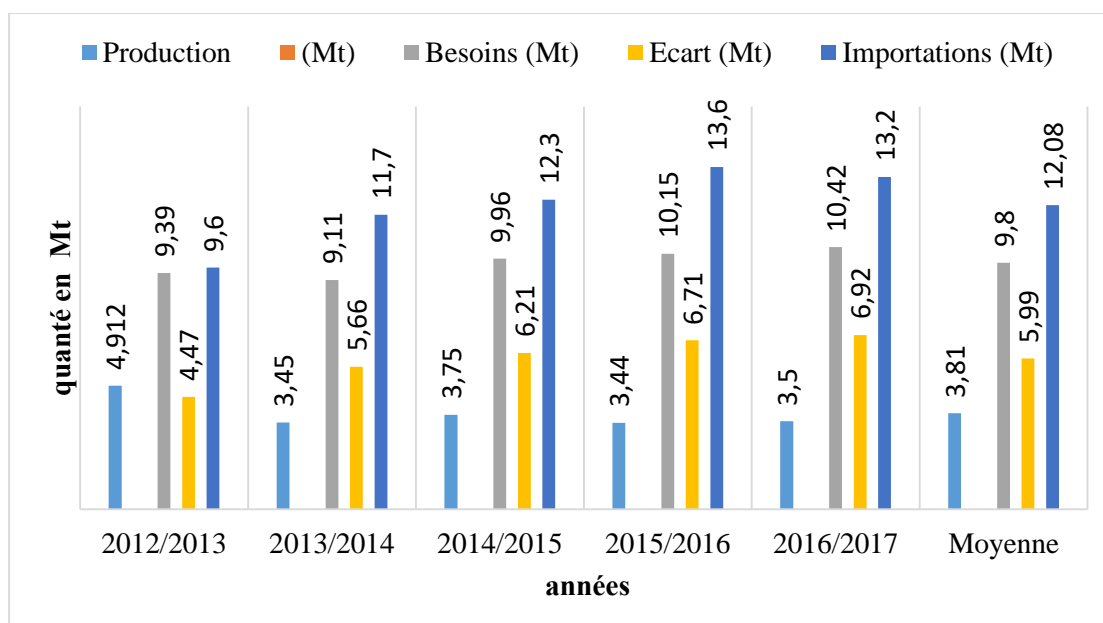


Figure 8. Importation des céréales, campagne (2012/2013) à (2016/2017)

L'importation moyenne des céréales est 12,08 Mt durant la période (2012/2013 à 2016/2017), avec une valeur maximum de 13,2 Mt (2012/2013) et minimum de 9,6Mt (2016/2017). On note une croissance des importations dans les cinq dernières années, en relation avec la croissance démographique.

Chapitre 2. MATERIEL ET METHODES



Source : d'après les données de Banque mondiale

Figure 9. Récapitulatif production, besoins et importations

Selon les données du ministère de l'agriculture et du développement rural (MADR) sur 5 dernières années ; la production moyenne des céréales tourne autour de 3,81Mt, avec un minimum de 3,44 Mt (2012/2013) et un maximum de 4,91 Mt (2015/2016). L'importation moyenne des céréales a atteint 12,08Mt avec un minimum de 9,6Mt (2012/2013) et un maximum de 13,6Mt (2015/2016).

Chapitre 3. RESULTATS ET COMMENTAIRES

Chapitre 3. RESULTATS ET COMMENTAIRES

1. Besoins et production céréalière locale et écarts et les importations

Le tableau 9 représente la balance céréalière nationale avec les quantités produites, les besoins nationaux, les écarts et les importations.

Tableau 9. Différences entre les besoins et production céréalière locale et écarts et les importations.

Année	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	Moyenne
Production (Mt)	4,912	3,45	3,75	3,44	3,50	3,81
Besoins (Mt)	9,39	9,11	9,96	10,15	10,42	9,80
Ecart (Mt)	4,47	5,66	6,21	6,71	6,92	5,99
Importations (Mt)	9,6	11,7	12,3	13,6	13,2	12,0 8

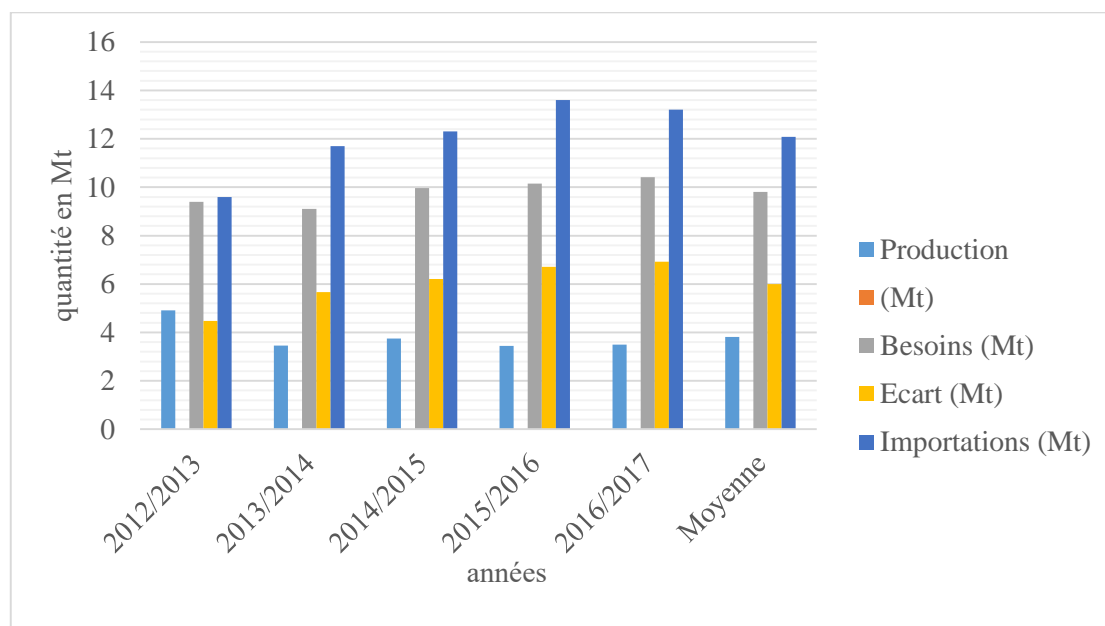
Source : d'après les données de Banque mondiale.

Base de calcul besoins en céréales : 250 kg/hab/an

On note les fluctuations de la production dont la moyenne est 3,81 Mt/an, elle reste stable sur les 5 ans mais surtout son insuffisance par rapport aux besoins 9,8 Mt en augmentation constante.

Cela est très visible au niveau de l'écart grandissant. Les importations sont aussi en hausse régulière avec une moyenne de 12,08 Mt, tout cela est clairement illustré au niveau de la figure 9.

Chapitre 3. RESULTATS ET COMMENTAIRES



Source : d'après les données de MADR

Figure 10. Différences entre besoins et production céréalière locale, écarts et importations

1.1. Production céréalière et quantités importées

Tableau 10. Comparaison des quantités produites et des quantités importées.

Année	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017
Production (Mt)	4,912	3,45	3,75	3,44	3,5
Importations (Mt)	9,6	11,7	12,3	13,6	13,2

Source : Banque mondiale

Les importations céréalières représentent 2 à 3 fois les quantités produites.

Chapitre 3. RESULTATS ET COMMENTAIRES

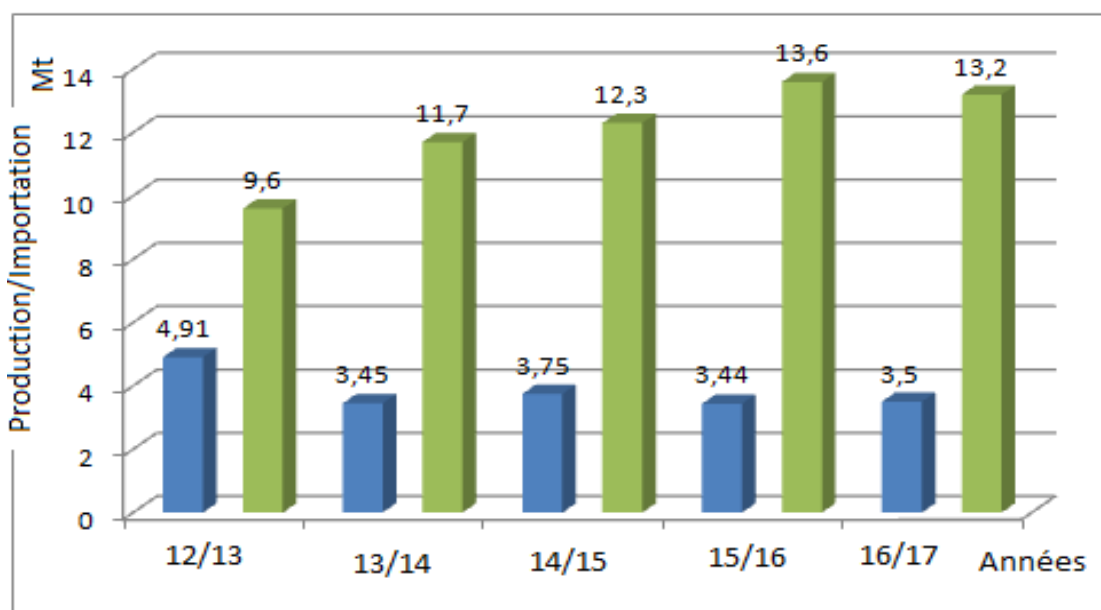


Figure 11. Graphiques Comparaison de la quantité de production et de la quantité d'importations pour les céréales.

Nous notons que la quantité de production céréalière est faible par rapport à la quantité d'importations au cours des cinq dernières années 2012/2013 jusqu'en 2016/2017.

Lorsque la plus grande quantité de production de céréales a été enregistrée au cours de l'année 2012/2013 estimée à 4,91Mt et les quantités importées étaient égales à 9,6Mt au cours de l'année 2012/2013.

La plus grande quantité d'importations de céréales au cours de l'année 2015/2016 a été de 13,6 Mt alors que la production est estimée à 3,44 Mt. Donc pour combler le déficit céréalier l'Etat importe en grandes quantités mettant le surplus dans le stock stratégique évalué à 6 mois.

1.2. Production et besoins

En comparant la production et les besoins on se rend compte que l'écart est grandissant. Si la situation perdure, les importations vont occuper des volumes importants faisant planer les spectres de l'insécurité alimentaire.

Chapitre 3. RESULTATS ET COMMENTAIRES

Tableau 11. Comparaison de la quantité de production et de la quantité de besoins pour les céréales.

Année	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	Moyenne
Production (Mt)	4,912	3,45	3,75	3,44	3,5	3,81
Besoins (Mt)	9,39	9,11	9,96	10,15	10,42	9,8

Source : d'après les données de banque mondiale

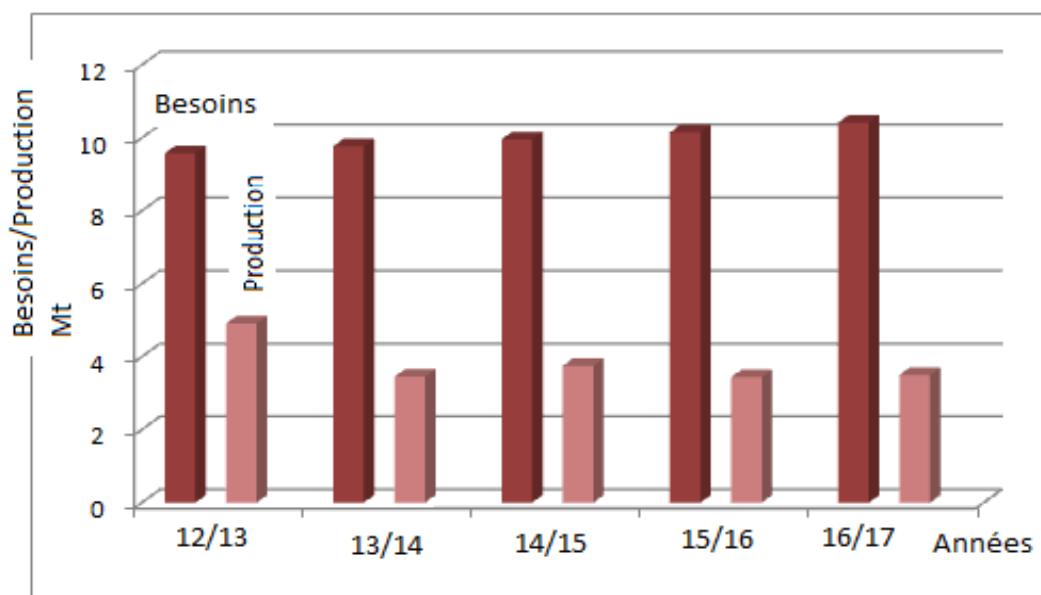


Figure 12. Comparaison production et besoins de la population

Les besoins céréaliers augmentent d'une année à l'autre en suivant la croissance démographique qui s'accroît d'un million d'habitant à chaque année. Mais la production céréalière est très faible par rapport aux besoins de la population Algérienne, donc il y a un déficit dans la production des céréales.

Chapitre 3. RESULTATS ET COMMENTAIRES

2. Calcul de l'Eau virtuelle importée

2. 1. Méthodes

Le calcul des volumes d'eau virtuelle n'est signifié de manière claire s'il s'agit des besoins en eau du produit (céréales) estimés dans le pays importateur ou dans le pays exportateur. Il semble qu'il est plus logique de considérer les besoins en eau dans le pays importateur qui auraient manqués afin de produire la quantité importée, que l'on peut évaluer aussi en surface. Pour cela on va essayer trois cas.

A partir des données sur les importations, on calcule les équivalences en eau virtuelle correspondantes en optant pour trois scénarios : trois volumes sont considérés, les deux premiers sont cités dans la littérature et le troisième est déterminé dans le cas spécifique de l'Algérie.

- 1 000 m³/t de céréale ou (1 000 l/kg)
- Et 1 500 m³/t de céréales ou (1 500 l/kg)
- En considérant des besoins de 500 mm (5 000 m³/ha) pour avoir un rendement moyen de 17 q/ha, donc chaque quintal nécessitent environ 3000 m³ ou bien **300 m³ pour 1,7 t ou bien 176,5 m³/t**

2. 2. Résultat de calcul de l'eau virtuelle importée selon les trois cas

Tableau 12. Calcul de l'Eau virtuelle importée pour trois scénarios

Année	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	Total
Importation (Mt)	9,6	11,7	12,3	13,6	13,2	60,4
E ₁₀₀₀ . virtuelle (Mm ³)	9 600	11 700	12 300	13 600	13 200	60 400
E ₁₅₀₀ . virtuelle (Mm ³)	14 400	17 550	18 450	20 400	19 800	90 600
E ₃₀₀₀ . virtuelle (Mm ³)	28 800	35 100	36 900	40 800	39 600	181 200

Chapitre 3. RESULTATS ET COMMENTAIRES

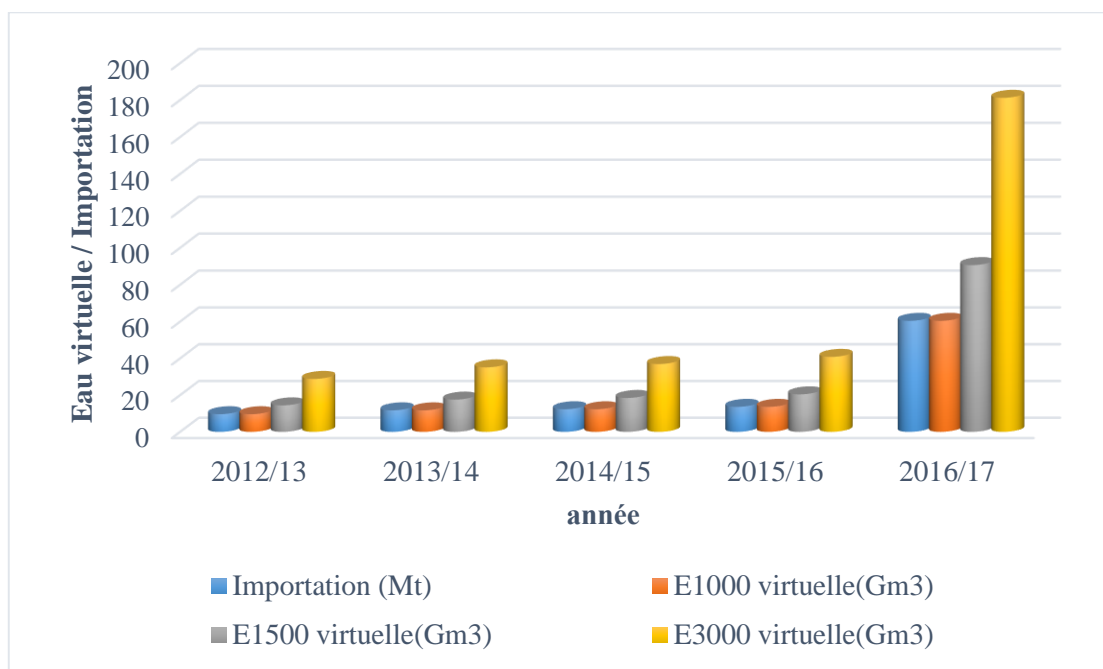


Figure 13. Histogramme de calcul des équivalences en eau virtuelle correspondantes en optant pour trois scénarios durant les cinq dernières années.

Chaque année et sur la base de la consommation unitaire de 250 kg/habitant/an, les besoins en consommation grimpent de 250 000 tonnes de céréales. Cela va de pair avec les quantités d'eau virtuelle importées. Parce qu'il n'y a pas de consensus sur les quantités d'eau virtuelle de base, on a essayé 3 scénarios, avec 1000 m³/t, 1500 m³ et 3000 m³.

3. Commentaire

Malgré les efforts des pouvoirs publics algériens de réduire la dépendance alimentaire vis-à-vis des importations, la filière céréalière reste ballotée entre l'option importation et l'option production locale. Cependant, l'examen des données du CNIS de ces cinq dernières années, relatives aux importations des produits alimentaires en général et des produits céréaliers en particulier, montre que l'Algérie est devenue ad dicte à ces importations. Ces dernières ne font que tarir les richesses en devises du pays tout en maintenant son agriculture dans un état délétère. Les rendements ont demeuré médiocres, les surfaces utiles agricoles non cultivées, les techniques idoines à la croissance non maîtrisées et une population rurale qui a perdu tout le savoir-faire

Chapitre 3. RESULTATS ET COMMENTAIRES

agricole pour se ruer vers les centres urbains. L'option importation, est en train de freiner la volonté politique de l'option production locale, et tout le corolaire de l'amélioration agricole, ce qui instaure à la longue une certaine paresse rurale.

Pourtant différents moyens permettent de réduire cette dépendance à commencer par l'accroissement des surfaces emblavées, l'amélioration substantielle des rendements et la rentabilité du mètre cube d'eau verte ou bleue voire même grise. L'amélioration de la productivité de l'eau verte utilisée peut se faire en choisissant les périodes de semis en fonction du régime pluviométrique et de la nature du sol. Les techniques d'irrigation appropriées peuvent être appliquées en se basant sur la maîtrise des paramètres climatiques, les facultés propres des sols, la connaissance des espèces végétales, le calcul des besoins en eau et le dimensionnement des réseaux d'irrigation. En un mot, il faut opter pour le développement progressif du secteur agricole en assainissant le dossier du foncier, celui du partenariat étranger dans la perspective d'atteindre les niveaux de rentabilité des pays développés.

De manière très simple, le fait de doubler la surface emblavée, de 3,5 Mha à 7 Mha, le pays porte sa production de 3,8 Mt de céréales à 7,6 Mt. Il n'importerait que 3 à 4 Mt de céréales au lieu de 13,2 Mt de l'année 2016/2017. La facture des importations se réduirait d'au moins 1 milliard de dollars us. cette augmentation de la surface est sensée recevoir les mêmes quantités de pluie et bénéficier des mêmes conditions que les surfaces actuellement emblavées. Cette option va réduire le chômage en créant de nouveaux postes de travail direct et indirect. Les retombées de cette option sont nombreuses y compris dans le domaine environnemental, car les surfaces nouvellement cultivées vont capter plus de dioxyde de carbone que si elles resteraient nues et en jachère. Avec une légère hausse du rendement céréalier, l'option choisie pourrait écartier rapidement l'obligation des importations. De tels scénarios d'augmentation de la production céréalienne en Algérie ont été traité par Zella L et al., (2017), où il a été montré que la satisfaction des besoins est possible avec un rendement de 16 qx et une surface céréalienne de 5 Mha et aussi avec des rendements de 17 qx et une surface de 6

Face aux dissymétries qui opposent la masse atomisée des produits agricoles à des structures de transformation et de distribution de plus en plus concentrées, les pouvoirs publics ont un rôle indispensable de régulation à exercer.

Chapitre 3. RESULTATS ET COMMENTAIRES

L'idée sous-jacente qu'une augmentation massive du commerce international des produits agricoles permettrait de résorber simultanément la faim des uns et la surproduction des autres (Grenade, 2010) est en réalité biaisée. L'option tournée vers les importations avec le prétexte fallacieux de gagner des milliards d'eau est en réalité comme son nom l'indique virtuel et chimérique. Les importations sont, dans certains cas, indispensables afin de parer aux urgences, et aux situations ponctuelles ou de secours mais elles ne peuvent constituer un socle permanent et stratégique d'une politique nationale. La politique des importations ne peut fonctionner que si les finances du pays importateur le permettent comme celles des pays développés, mais les pays moins développés vivent les pénuries et la malnutrition. Des millions de personnes n'ont pu accéder au simple droit de se nourrir pour rester en vie, ils constituent les marées humaines qui migrent d'un pays à autres, laissant des milliers de victimes.

S'en remettre aux aléas du marché mondial pour nourrir la population met ces pays à la merci d'embargo, de flambées des cours, de restrictions aux importations en cas de crise majeur et de pénuries. La souveraineté alimentaire n'est-elle pas la meilleure garantie de la souveraineté nationale.

CONCLUSION GENERALE

4. Conclusion

La situation concernant le problème du manque d'eau en Algérie montre bien que ce manque est réel et indiscutable, mais il n'est pas aussi catastrophique qu'on le fait croire car ce problème de manque d'eau ne date pas d'aujourd'hui, vue la situation géographique de notre pays.

En effet, le manque de potentialités hydrique aggravé par une mauvaise répartition spatiotemporelle des précipitations ne permet pas une bonne conduite de notre agriculture pluviale, particulièrement dans la zone nord du pays.

De ce fait, l'Algérie a depuis fort longtemps eu recours à des importations massives de produits alimentaires stratégiques, particulièrement des céréales, pour compenser le déficit enregistré par la production nationale, qui est à 99% sous régime pluvial.

Cette production recèle des quantités considérables d'eau virtuelle, dite verte qui n'est jamais prise en considération dans nos plans de gestion de nos potentialités hydriques.

Malheureusement, bien que le concept d'eau virtuelle soit évoqué depuis une vingtaine d'années par d'imminents spécialistes, et malgré son importance pour notre pays, ce concept reste méconnu dans la stratégie de gestion des ressources hydriques dans notre pays.

L'importation des céréales dans cinq dernières années est très augmentée pour couvrir les besoins de la croissance démographique et la quantité de grain est disponible pour couvrir les besoins de la population. Mais l'Etat continue d'importer des céréales pour protéger le pays de la pénurie de céréales.

Le volume d'eau virtuelle par défaut importée dans les importations de céréales est considérable des besoins de 500 mm ($5000 \text{ m}^3/\text{ha}$) pour avoir un rendement moyen de $17 \text{ qx}/\text{ha}$, chaque quintal nécessite environ 3000 m^3 . Le résultat total est 181200 Mm^3 ou 181 km^3 .

Introduction générale

Chapitre 1. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 2.

MATERIEL ET METHODES

Chapitre 3.
RESULTATS ET
COMMENTAIRES

CONCLUSION GENERALE