

Le Nexus Eau-Énergie-Alimentation au Maroc : Interdépendances sectorielles, défis de gouvernance et perspectives de transition durable

The Water-Energy-Food Nexus in Morocco: Sectoral Interdependencies, Governance Challenges and Prospects for Sustainable Transition

Oumaima RBAIBI 

Laboratoire d'études et de recherches en sciences économiques et de gestion LERSEM, École Nationale de Commerce et de Gestion (ENCG), Université Chouaib Doukkali, Maroc.

Abdelhak SAHIBEDDINE 

Laboratoire d'études et de recherches en sciences économiques et de gestion LERSEM, École Nationale de Commerce et de Gestion (ENCG), Université Chouaib Doukkali, Maroc.

Résumé. Le Maroc subit des pressions croissantes sur ses ressources naturelles « eau, énergie, alimentation » aggravées par les effets du changement climatique et une gouvernance encore largement sectorielle. L'article étudie les liens entre les trois secteurs à travers l'approche Eau-Énergie-Alimentation-Écosystèmes (EEAE), en analysant les défis structurels du pays, ses initiatives publiques et ses perspectives de transition durable. En s'appuyant sur une revue de la littérature scientifique internationale, des données statistiques nationales (facture énergétique 2007-2024, balance énergétique, scénarios prospectifs du CESE) et l'Indice Nexus EEA 2023, l'article montre que le Maroc, classé 126^e mondial (score 48,9/100), possède un potentiel considérable en énergies renouvelables et des politiques sectorielles prometteuses, mais souffre d'une coordination intersectorielle insuffisante. Les résultats suggèrent que l'adoption d'une gouvernance intégrée de type Nexus constitue une condition fondamentale pour garantir la sécurité hydrique, énergétique et alimentaire du pays à l'horizon 2050.

Mots-clés : *Nexus EEAE ; Sécurité hydrique ; Transition énergétique ; Gouvernance intégrée ; Maroc ; Développement durable.*

Abstract. Morocco is increasingly under stress regarding its natural resources, “water, energy and food,” due to climate change and mainly sectoral governance. It discusses the interactions between these three sectors in the context of the Water-Energy-Food-Ecosystems (WEFE) Nexus approach, identifying structural issues, public initiatives, and future developments in favour of sustaining a transition path. Based on an international literature review, national statistical data (energy bill 2007-2024, energy balance, CESE prospective scenarios), and the WEF Nexus Index, 2023, the article reveals that Morocco has a large potential for renewable energy, has encouraging sectoral policies, but lacks a strong coordination between the sectors. The results reveal that the country's water, energy, and food security by 2050 is dependent on the implementation of integrated Nexus-based governance.

Keywords: *WEFE Nexus; Water security; Energy transition; Integrated governance; Morocco; Sustainable development.*

1. Introduction

L'eau, l'énergie et l'alimentation sont les piliers essentiels du développement humain et de la stabilité socio-économique. Dans un monde où les ressources se raréfient, où le changement climatique s'accélère et où la croissance démographique reste forte, ces trois secteurs ne peuvent plus être traités séparément. Leurs interdépendances, souvent complexes et bidirectionnelles, créent des tensions structurelles menaçant la durabilité des systèmes productifs et la résilience des populations les plus vulnérables (Bwire et al., 2023).

Le Maroc incarne de façon paradigmatique ces enjeux. Pays à revenu intermédiaire doté d'un potentiel exceptionnel en énergies renouvelables, il fait face simultanément à un stress hydrique sévère (moins de 600 m³ par habitant et par an, bien en deçà du seuil critique de 1 000 m³ défini par la Banque mondiale (*World Bank Open Data*, 2023), à une dépendance énergétique historiquement supérieure à 90 % et à une agriculture irriguée qui consomme près de 87 % de ses ressources en eau mobilisables (CESE, 2023). La facture énergétique brute a atteint, en 2024, un niveau record de 114,04 milliards de dirhams, traduisant la vulnérabilité systémique du modèle économique national aux chocs des marchés internationaux des hydrocarbures (Fédération de l'énergie, 2024).

Confrontée à ces défis, l'approche Nexus Eau-Énergie-Alimentation-Écosystèmes (EEAE) émerge progressivement dans les débats scientifiques et politiques comme un cadre analytique et opérationnel pertinent. Cette approche, conçue pour la première fois en 2011 à la Conférence de Bonn sous le nom de « Water, Energy and Food Solutions for the Green Economy » (Hoff, 2011), entend aller au-delà de la gestion en silos afin de rechercher des synergies et de réduire les compromis (trade-offs) entre les différents secteurs. Elle s'inscrit directement dans les Objectifs de développement durable (ODD), et notamment les ODD 2, 6 et 7 relatifs respectivement à « Faim zéro », à « Eau propre » et à « Énergie propre » (Nations unies, 2015).

Cet article se distingue de la littérature existante sur trois plans. Sur le plan analytique, il constitue l'une des premières études à appliquer conjointement l'Indice Nexus EEA 2023 et les scénarios prospectifs du CESE au contexte marocain, comblant ainsi un vide dans la littérature régionale sur les pays à revenu intermédiaire du Maghreb. Sur le plan empirique, il mobilise des données quantitatives récentes (2007-2024) qui permettent de mesurer objectivement le décrochage entre les ambitions politiques sectorielles et leur traduction en coordination Nexus effective. Sur le plan opérationnel, il propose des recommandations managériales différenciées selon le niveau d'acteur : ministères, agences de bassin, opérateurs privés et collectivités territoriales, qui font défaut dans la littérature existante sur le Nexus en Afrique du Nord (Akinsete et al., 2022; Ringler et al., 2013).

Cet article vise deux objectifs : identifier les interdépendances sectorielles du contexte marocain à travers le prisme du Nexus EEAI et évaluer la capacité du cadre institutionnel et des politiques publiques existantes à répondre de façon intégrée à ces interdépendances. La question de recherche principale est la suivante : *Dans quelle mesure le Maroc dispose-t-il des conditions institutionnelles, techniques et politiques nécessaires à la mise en œuvre effective d'une gouvernance Nexus EEAE orientée vers la durabilité ?*

L'article est structuré comme suit : la section 2 présente le cadre conceptuel mobilisé ; la section 3 dresse un diagnostic des secteurs de l'eau, de l'énergie, de l'alimentation et des écosystèmes au Maroc ; la section 4 analyse les politiques publiques sectorielles et leur degré de coordination ; la section 5 discute des scénarios prospectifs et des leviers de transition ; la section 6 conclut en formulant des recommandations opérationnelles.

2. Cadre Conceptuel : de la GIRE à l'Approche Nexus EEAE

a. La Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) : fondements et limites

Depuis les années 1990, la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) est devenue la référence principale pour une gestion durable de l'eau. La GIRE, définie par le Partenariat Mondial pour l'Eau (GWP) comme « un processus qui favorise le développement et la gestion coordonnés de l'eau, des terres et des ressources connexes, en vue de maximiser le bien-être économique et social de manière équitable, sans compromettre la durabilité des écosystèmes vitaux » (GWP, 2000) s'ancre dans (Dublin rio principales, 1992) qui reconnaissent l'eau comme un bien économique, environnemental et social. La GIRE a toutefois une limite structurelle importante : centrée sur le secteur hydrique, elle n'intègre pas suffisamment les interactions entre eau, énergie et alimentation. Cette approche « water-centric » a conduit à des politiques sectorielles déconnectées, incapables de traiter les externalités croisées entre ressources (Roidt & Avellán, 2019). C'est pour pallier cette insuffisance que le concept de Nexus a été

développé.

b. L'Approche Nexus EEAE : définition et opérationnalisation

Le Nexus EEAE désigne l'ensemble des interactions, synergies et compromis existant entre les secteurs de l'eau, de l'énergie, de l'alimentation et des écosystèmes. (Hoff, 2011)explique que le Nexus a pour but d'optimiser la gestion intégrée de ces secteurs, en minimisant les arbitrages négatifs et en maximisant les co-bénéfices économiques, sociaux et environnementaux. Il marque un changement de paradigme fondamental : il ne s'agit plus d'intégrer dans un secteur, mais d'intégrer *entre* secteurs.

Le processus de coordination Nexus peut être conceptualisé selon quatre niveaux progressifs :

Tableau 1 : Niveaux de coordination de l'approche Nexus EEAE (adapté de la littérature)

Niveau de coordination	Description	Exemples d'application
Aucune coordination	Décisions prises à l'échelle d'un seul secteur, sans considération des autres	Planification énergétique sans prise en compte des besoins en eau de refroidissement
Coordination négative	Information ou consultation des autres secteurs pour éviter les conflits	Notification des projets de barrages aux autorités agricoles
Coordination positive	Recherche de solutions communes bénéfiques pour plusieurs secteurs	Programmes d'irrigation solaire réduisant les coûts énergétiques et préservant l'eau
Coordination stratégique	Approche globale avec participation multi-acteurs dès la conception	Plan national intégré eau-énergie-agriculture avec gouvernance transversale

c. Ancrage dans les Objectifs de Développement Durable

L'approche Nexus se lie directement à trois ODD précis : l'ODD 2 (Faim zéro), l'ODD 6 (Eau propre et assainissement) et l'ODD 7 (Énergie propre et d'un coût abordable). Selon (Zhang et al., 2019), le Nexus Eau-Énergie-Alimentation est à la fois un produit de la science et de la politique publique, qui offre un cadre opérationnel pour une intégration cohérente des interdépendances sectorielles dans l'analyse du développement durable. Les progrès accomplis dans l'un des ODD peuvent créer des synergies ou des compromis dans d'autres, ce qui motive une gestion intégrée et non segmentée.

3. Diagnostic Sectoriel au Maroc : Pressions, Vulnérabilités et Interdépendances

a. Le secteur de l'eau : un stress hydrique structurel

Le Maroc dispose d'environ 600 m³ d'eau par habitant et par an, soit 40 % en dessous du seuil de stress hydrique de 1 000 m³ défini à l'échelle internationale(Falkenmark et al., 1989) Cette situation d'urgence menace de s'aggraver encore: les prévisions annoncent une chute à 560 m³ par habitant d'ici à 2030, du fait combiné de la croissance démographique, de l'urbanisation et du changement climatique.

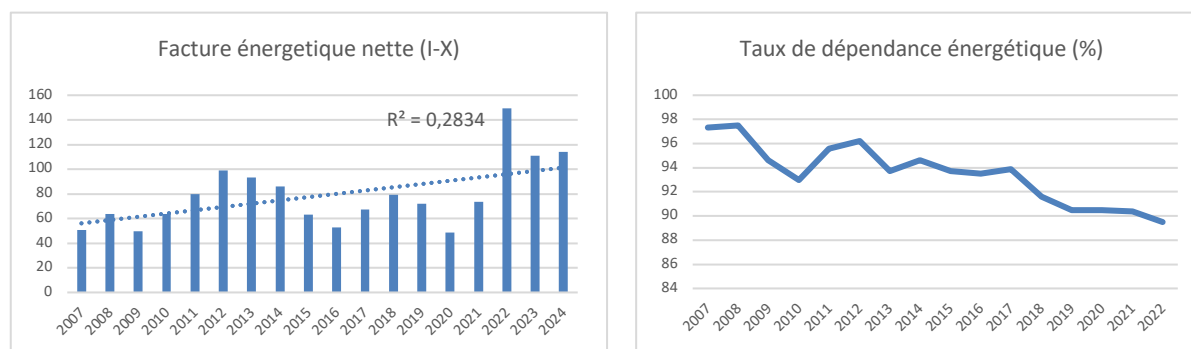
Le principal facteur de pression est l'agriculture irriguée, qui utilise près de 87 % des ressources en eau disponibles. L'utilisation intensive des eaux souterraines pour pallier les déficits de pluie conduit à une exploitation excessive des nappes phréatiques, à des phénomènes d'intrusion saline et à une salinisation progressive des sols agricoles. Ces dynamiques menacent la fertilité des terres à long terme et la viabilité du modèle agro-exportateur marocain.

b. Le secteur énergétique : dépendance structurelle et potentiel renouvelable

Le Maroc a l'une des dépendances énergétiques les plus élevées de la région MENA. D'après les données de la balance énergétique nationale, le taux de dépendance énergétique a varié entre 90 et 97 % sur la période 2007-2022 (Fédération de l'énergie, 2024), avec une prédominance du charbon et des produits

pétroliers (représentant environ 52 à 61 % de la consommation totale selon les années).

Figure 1: Évolution de la facture énergétique et du taux de dépendance du Maroc



Source : Direction des Études et des Prévisions Financières, Ministère de l'Économie et des Finances, 2024.

Selon la figure 1 ci-dessus, La facture énergétique nette du Maroc affiche une tendance haussière structurelle sur la période 2007-2024, confirmée par la droite de tendance ($R^2 = 0,2834$). Toutefois, cette progression n'est pas linéaire : elle est marquée par une forte volatilité liée aux fluctuations des prix internationaux des hydrocarbures. On distingue trois phases :

- 2007-2014 : une montée progressive atteignant un pic autour de 100 milliards de dirhams en 2011-2013, portée par la hausse des prix du pétrole et une croissance de la demande énergétique nationale.
- 2015-2020 : un repli significatif, ramenant la facture aux alentours de 50-65 milliards de dirhams, sous l'effet de la chute des cours pétroliers mondiaux et des premiers effets de la montée en puissance des énergies renouvelables.
- 2021-2024 : un rebond brutal culminant à près de 150 milliards de dirhams en 2023, consécutif aux chocs énergétiques mondiaux (guerre en Ukraine, tensions sur les marchés du gaz et du charbon), avant une légère décrue en 2024, qui reflète à la fois une stabilisation des cours et les effets croissants de la transition énergétique nationale.

Le coefficient de détermination $R^2 = 0,2834$ indique que la tendance linéaire n'explique que 28 % de la variance observée, ce qui traduit la forte sensibilité de la facture aux chocs exogènes et confirme la vulnérabilité systémique du modèle énergétique marocain aux aléas des marchés internationaux.

Par ailleurs, le taux de dépendance énergétique du Maroc suit une trajectoire globalement décroissante sur la période, passant d'un pic de près de 98 % en 2007-2008 à environ 89 % en 2022, soit une réduction de près de 9 points en quinze ans. Cette évolution s'articule en deux temps :

- 2007-2014 : une période d'oscillation à un niveau très élevé (entre 93 et 98 %), avec une légère aggravation en 2011-2012 liée à l'augmentation de la consommation d'énergie primaire importée pour soutenir la croissance économique et les grands chantiers d'infrastructure.
- 2015-2022 : une décrue progressive et plus régulière, qui s'accélère à partir de 2018-2019. Cette baisse s'explique principalement par la montée en puissance des capacités installées en énergies renouvelables (complexe Noor, parcs éoliens), qui se substituent progressivement aux importations de combustibles fossiles dans la production électrique nationale. À noter que le Maroc est doté d'un potentiel en énergies renouvelables estimé à 1,65 million de barils équivalents pétrole par jour, soit cinq fois la demande énergétique nationale actuelle (CESE, 2023). La stratégie énergétique nationale de 2009 vise 52 % d'énergies renouvelables (EnR) dans

la capacité installée d'ici 2030. En 2022, la part des EnR atteignait 38 % (hydroélectricité : 16,7 % ; éolien : 13,5 % ; solaire : 7,8 %).

c. Le secteur alimentaire : fragilité systémique

La sécurité alimentaire du Maroc est confrontée à une combinaison de risques : stress hydrique structurel, dégradation des terres arables, impacts du changement climatique sur les rendements agricoles et dépendance croissante vis-à-vis des importations d'intrants (semences, engrais, céréales) (CESE, 2023). L'agriculture irriguée, même si elle est orientée vers l'export et qu'elle bénéficie d'investissements importants dans le cadre du Plan Maroc Vert (2008-2020) puis de Génération Green (2020-2030), souffre d'une allocation énergétique peu efficace et d'une vulnérabilité face aux aléas climatiques.

L'augmentation du prix de l'énergie se répercute directement sur les coûts de production agricole à tous les stades : pompage de l'eau d'irrigation, transformation agroalimentaire, emballage, transport et distribution. Cette transmission des prix énergétiques est un déterminant majeur de l'instabilité alimentaire, particulièrement pour les ménages ruraux à faibles revenus.

d. Les écosystèmes : services en déclin

Les écosystèmes marocains que sont les montagnes, les oasis et les zones humides côtières font face à des pressions croissantes dues aux pratiques non durables dans les secteurs de l'eau, de l'énergie et de l'alimentation. Ces pressions se traduisent par une consommation excessive des ressources en eau, une dégradation et une salinisation des sols, une pollution des masses d'eau et une déforestation progressive (CESE, 2023). Ces dynamiques réduisent la capacité des écosystèmes à rendre des services essentiels (régulation du cycle hydrologique, séquestration du carbone, préservation de la biodiversité), ce qui aggrave les vulnérabilités environnementales et socio-économiques des territoires concernés.

4. Interdépendances Sectorielles : Conflits et Synergies

a. Tensions et compromis intersectoriels

Les interactions entre les quatre secteurs EEAE génèrent des compromis structurels qui illustrent la nécessité d'une approche intégrée :

Tableau 3 : Principaux compromis intersectoriels dans le contexte marocain

Interaction	Nature du compromis	Exemple d'application
Eau ↔ Énergie	La production hydroélectrique et le refroidissement des centrales thermiques consomment d'importantes quantités d'eau, aggravant la rareté hydrique et limitant les usages agricoles et domestiques	La centrale thermique de Jorf Lasfar (2 075 MW, opérée par TAQA Morocco), implantée au cœur de la plaine agricole du Doukkala dont le périmètre irrigué couvre 96 000 ha (ORMVAD, 2023) , illustre la coexistence territoriale entre infrastructures énergétiques et agriculture irriguée, deux secteurs en compétition pour les ressources hydriques de l'Oued Oum Er-Rbia.
Eau ↔ Alimentation	L'agriculture irriguée mobilise 87 % des ressources en eau disponibles, épuisant les réserves souterraines et exposant les sols à la salinisation	Dans le Souss-Massa, principal bassin d'exportation maraîchère, la nappe phréatique s'est abaissée de plus de 2 m/an depuis 2000, menaçant la viabilité à long terme d'une filière représentant 1,5 Md USD d'exportations annuelles (CESE, 2023).
Énergie ↔ Alimentation	La hausse des prix énergétiques se répercute sur l'ensemble de la chaîne de valeur alimentaire, du pompage à la distribution, menaçant l'accessibilité économique des denrées	En 2022, la suppression des subventions au gasoil a augmenté les coûts de pompage des petits agriculteurs irrigants de 25 à 40 %, entraînant un abandon partiel de cultures irriguées dans les zones défavorisées du Tadla(Fédération de l'énergie, 2024).
EEAE ↔ Écosystèmes	Les pratiques non durables dans les trois secteurs dégradent les écosystèmes, réduisant leur capacité à fournir des services hydrologiques, climatiques et alimentaires essentiels	La disparition progressive des oasis du Drâa-Tafilalet, combinant dégradation hydrique, abandon agricole et surexploitation des ressources ligneuses, illustre l'effondrement systémique des services écosystémiques lorsque les trois secteurs sont gérés en silos (CESE, 2023)

Source : Synthèse des auteurs

b. Synergies et complémentarités

L'approche Nexus identifie également des synergies potentielles dont la mise en œuvre permettrait de transformer les compromis en co-bénéfices :

- L'utilisation d'énergies renouvelables pour pomper l'eau d'irrigation réduit à la fois la dépendance aux énergies fossiles, les coûts de production agricole et la pression sur les nappes souterraines. Au Maroc, le Programme national de pompage solaire pour l'irrigation, fruit d'un partenariat entre le Ministère de l'Agriculture, le Ministère de l'Énergie et l'AMEE, a permis d'atteindre près de 60 000 agriculteurs bénéficiaires fin 2022, ramenant le coût de pompage à 0,44 DH/m³ contre 1,67 DH/m³ au gasoil, soit une réduction de près de 74 %(AMEE, 2022; Ministère de l'Énergie et des Mines, 2022). Ces résultats sont particulièrement significatifs dans des régions telles que le Haouz, le Souss-Massa et le Tadla.
- La production d'énergie agrivoltaïque, qui combine panneaux solaires et cultures agricoles sur une même parcelle, permet d'optimiser l'utilisation des terres, de réduire l'évapotranspiration et de générer des revenus énergétiques complémentaires pour les agriculteurs. À Benguerir, un projet agrivoltaïque pilote (2 MW couplés à des cultures maraîchères) a démontré la faisabilité technico-économique de cette approche dans le contexte marocain semi-aride, ouvrant la voie à

un cadre réglementaire spécifique actuellement en cours d'élaboration par l'ANRE (Agence Nationale de Régulation de l'Électricité) (Jowett, 2026; Ministère de la Transition Énergétique, 2022).

- La valorisation des déchets agricoles (résidus de cultures, fumier) pour la production de biogaz ou de biocarburants constitue une source d'énergie renouvelable décentralisée, réduisant ainsi la pression exercée sur les ressources fossiles. Le Plan National de Gestion des Déchets (PNGD) et le programme de biogaz du Ministère de l'Agriculture prévoient le développement d'unités de biométhanisation agricole dans les grandes zones d'élevage (Gharb, Doukkala, Souss), avec un potentiel estimé à plusieurs centaines de GWh/an valorisables à partir des effluents bovins, ovins et avicoles (CESE, 2023; Ministère de l'Énergie et des Mines, 2022)
- Le dessalement de l'eau de mer alimenté par les énergies renouvelables constitue une réponse structurelle au stress hydrique sans avoir à recourir aux énergies fossiles, tout en sécurisant l'approvisionnement en eau potable et en eau d'irrigation. La station de dessalement de Chtouka-Agadir, opérationnelle depuis janvier 2022, produit 275 000 m³/jour (150 000 m³ d'eau potable + 125 000 m³ d'irrigation pour 15 000 ha de cultures primeurs), dans le cadre d'un PPP entre l'ONEE et le Ministère de l'Agriculture, avec une alimentation électrique intégrant des sources renouvelables (Ministère de l'agriculture, 2022; ONEE, 2022). C'est le plus grand projet de dessalement mutualisé d'Afrique à ce jour, avec une extension prévue à 400 000 m³/jour.
- La réutilisation des eaux usées traitées pour l'irrigation agricole libère des ressources en eau douce pour les usages prioritaires et réduit la pression sur les nappes phréatiques. Le PNAEPI 2020-2027 fixe un objectif de 100 Mm³/an d'eaux usées traitées réutilisées à l'horizon 2027 (contre 52,6 Mm³/an actuellement). À Marrakech, la station d'épuration gérée par la RADEEMA produit jusqu'à 12 Mm³/an, redistribués pour l'irrigation de la palmeraie et des 14 golfs de la ville (PNAEPI, 2026). Ce dispositif est inscrit comme l'un des cinq piliers stratégiques du PNAEPI, avec un investissement de 3 milliards de dirhams.

5. Politiques Publiques : Initiatives Prometteuses et Insuffisances de Coordination

a. Les initiatives sectorielles

i. Secteur de l'eau

Le gouvernement marocain a mis en place le Plan National de l'Eau (PNE) 2020-2050 ainsi que le Programme National d'Approvisionnement en Eau Potable et d'Irrigation (PNAEPI) 2020-2027, avec des investissements importants dédiés aux infrastructures hydrauliques. La loi 36-15 sur l'eau renouvelle les règles et les structures institutionnelles qui régissent la gestion des ressources en eau. Ces dispositifs intègrent les projets de dessalement et de pompage alimentés par des énergies renouvelables, illustrant une première forme d'intégration Nexus (CESE, 2023).

ii. Secteur de l'énergie

La stratégie énergétique nationale (2009, révisée en 2021) fixe un objectif de 52 % d'EnR dans la capacité installée d'ici 2030. Le Maroc a développé des projets emblématiques tels que la centrale solaire Noor (complexe d'Ouarzazate, 580 MW), les parcs éoliens de Tarfaya et d'Akhfennir, et le Programme Intégré d'Énergie Éolienne (PIEE, 2 000 MW). Le Conseil Économique, Social et Environnemental (CESE) a formulé des scénarios prospectifs montrant qu'une accélération de la transition énergétique (Scénario III) permettrait de ramener le taux de dépendance énergétique à 17 % dès 2050 (CESE, 2022).

iii. Secteur de l'alimentation

Le programme Génération Green 2020-2030 succède au Plan Maroc Vert en renforçant l'intégration des chaînes de valeur agricoles, la promotion de l'agroécologie et le développement de l'agriculture climato-intelligente. Ce programme prévoit des mécanismes de coordination intersectorielle entre les acteurs

institutionnels du domaine agricole, hydrique et énergétique(CESE, 2023).

b. L'Indice Nexus EEA 2023 : révélateur des insuffisances

Malgré ces initiatives, le positionnement du Maroc dans l'Indice Nexus Eau-Énergie-Alimentation 2023 révèle des fragilités persistantes. Avec un score global de 48,9/100 (126^e rang mondial), le Maroc accuse des performances particulièrement faibles sur le pilier énergétique (WEF Nexus Index, 2023).

Tableau 4 : Indice Nexus EEA 2023 — Comparaison régionale

Pays	Score Global	Rang	Pilier Eau	Pilier Énergie	Pilier Alimentation
Maroc	48,9	126e	49,5 (124e)	37,5 (132e)	59,5 (71e)
Tunisie	55,2	98e	52,6 (108e)	50,9 (96e)	62,1 (60e)
Égypte	54,4	102e	44,8 (136e)	60,5 (43e)	57,9 (85e)
Jordanie	42,7	152e	49,6 (122e)	36,1 (134e)	42,5 (145e)

Source : wefnexusindex.org, 2023

La comparaison régionale révèle que si le Maroc surpasse la Jordanie en termes de sécurité alimentaire et hydrique, il accuse un retard significatif par rapport à la Tunisie et à l'Égypte, notamment sur le pilier énergétique. Ces résultats reflètent l'insuffisance de la coordination intersectorielle et la persistance d'une gouvernance en silos malgré les réformes entreprises.

6. Scénarios Prospectifs et Leviers de Transition Nexus

a. Les scénarios du CESE à l'horizon 2050

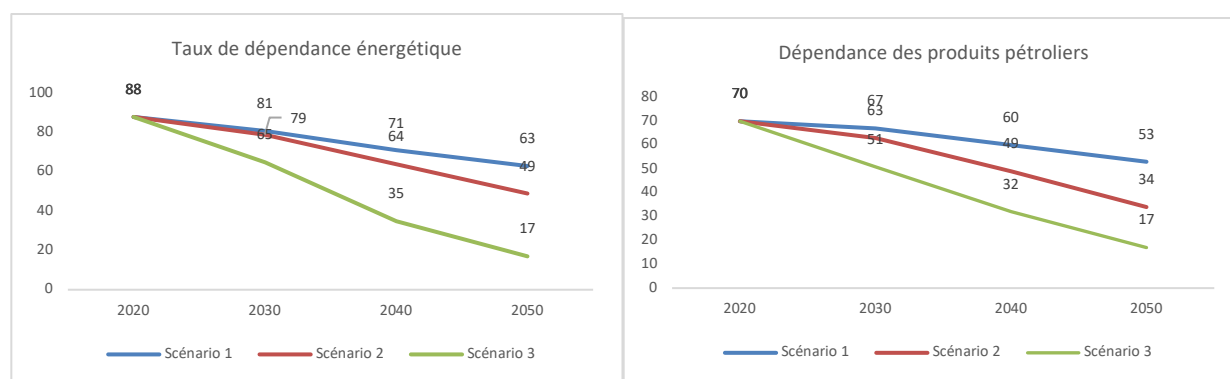
Le Conseil Économique, Social et Environnemental (CESE) a élaboré trois scénarios prospectifs permettant d'évaluer l'impact de différentes trajectoires de transition énergétique sur la dépendance du Maroc vis-à-vis des ressources importées (CESE, 2022) :

Tableau 5 : Scénarios prospectifs de transition énergétique au Maroc à l'horizon 2050

Scénario	Principales caractéristiques	Orientation stratégique
Continuité	Maintien des politiques actuelles et poursuite des projets engagés. Gel progressif des investissements dans la production thermique au profit des énergies renouvelables (éolien et solaire).	Maintien des politiques actuelles et poursuite des projets engagés. Gel progressif des investissements dans la production thermique au profit des énergies renouvelables (éolien et solaire).
Accéléré	Renforcement des mesures de maîtrise de la demande énergétique : efficacité énergétique, production décentralisée, réforme progressive des subventions au GPL, mobilité électrique et recours accru au dessalement.	Réduction plus rapide de la consommation énergétique et de la dépendance extérieure grâce à une gestion active de la demande.
Sur orbite	Valorisation à grande échelle du potentiel national en énergies renouvelables pour développer l'hydrogène vert, les filières Power-to-X, l'exportation d'électricité verte et les industries énergivores.	Positionnement du Maroc comme hub régional de l'énergie verte et moteur d'industrialisation bas-carbone.

Source : CESE, 2022

Figure 2: Taux de dépendance énergétique et pétroliers pour les 3 scénarios



Source : CESE, 2022.

La dépendance énergétique et la dépendance spécifique aux produits pétroliers pourraient baisser jusqu'à 17% en 2050. Les scénarios II et III accentueraient davantage la tendance, le premier en réduisant la consommation de produits pétroliers et le second en poussant plus loin la demande en énergies renouvelables. Cela porterait les indicateurs respectifs à l'horizon 2050 à 49% et 17% pour le taux de dépendance énergétique et à 34% et 17% pour le taux de dépendance aux produits pétroliers.

Le Scénario III est le plus ambitieux, permettrait à terme une part de 94 % d'énergies renouvelables dans le mix énergétique national en 2050, tout en ouvrant des perspectives d'exportation d'électricité et de production d'hydrogène vert (filière Power-to-X). La réalisation de ce scénario suppose toutefois une coordination stratégique entre les secteurs de l'eau (dessalement, gestion des usages), de l'énergie (production, stockage, distribution) et de l'alimentation (irrigation solaire, agroalimentaire bas-carbone)(CESE, 2022).

b. Leviers pour une gouvernance Nexus effective

Sur la base de la revue de la littérature et du diagnostic sectoriel marocain, nous identifions cinq leviers stratégiques pour la mise en œuvre d'une gouvernance Nexus efficace :

- **Décloisonnement institutionnel** : créer des mécanismes formels de coordination interministérielle (eau, énergie, agriculture, environnement) sous la forme d'un comité stratégique Nexus EEAE à haut niveau décisionnel.
- **Planification intégrée** : élaborer un Plan National Nexus EEAE articulant les différentes stratégies sectorielles autour d'objectifs communs de durabilité, avec des indicateurs de performance intersectoriels.
- **Innovation technologique** : accélérer le déploiement de technologies de rupture à forte valeur ajoutée, telles que l'agrivoltaïsme, le dessalement solaire, la biométhanisation agricole et l'irrigation de précision, en mobilisant des mécanismes de financement innovants (finance verte, partenariats public-privé).
- **Gouvernance multi-niveaux et multi-acteurs** : associer les collectivités territoriales, la société civile, le secteur privé et les populations rurales à la conception et au suivi des politiques Nexus, en cohérence avec les exigences de la démocratie participative.
- **Développement des capacités et du système d'information** : renforcer les systèmes de monitoring intégrés (données hydrologiques, énergétiques et agricoles en temps réel) et former les cadres institutionnels à l'analyse Nexus pour éclairer la prise de décision.

7. Discussion

Les résultats obtenus confirment, dans une large mesure, les observations formulées par (Roidt & Avellán, 2019) concernant les difficultés rencontrées par les pays en développement dans la mise en œuvre effective de l'approche Nexus. Le cas du Maroc apparaît particulièrement révélateur à cet égard.

Malgré l'existence de stratégies sectorielles ambitieuses dans les domaines de l'eau, de l'énergie et de l'agriculture, la coordination entre ces secteurs demeure limitée. Cette situation met en évidence un décalage entre les objectifs affichés et leur traduction opérationnelle, un constat également reflété par les résultats de l'Indice Nexus EEA 2023.

L'analyse met également en évidence certaines spécificités du profil marocain par rapport à d'autres pays de la région MENA. Les performances enregistrées dans le domaine de la sécurité alimentaire sont relativement satisfaisantes, alors que la dimension énergétique reste plus problématique. Cette configuration contraste avec le cas de la Jordanie, où le déficit est uniforme sur les trois piliers, et avec l'Égypte, dont l'avance sur le pilier énergétique (60,5/100) s'explique par une intégration plus ancienne des interconnexions gaz-électricité-eau dans la planification nationale (Akinsete et al., 2022). À l'échelle internationale, des pays comme l'Espagne ou Israël, confrontés à des contextes hydro-climatiques comparables, ont réussi à articuler le dessalement, les énergies renouvelables et l'agriculture irriguée dans des cadres réglementaires intégrés (les « Water-Energy Plans » espagnols). Israël, de son côté, a porté son taux de réutilisation des eaux usées traitées à 85 % à l'échelle nationale, faisant de cette ressource non conventionnelle un pilier central de sa sécurité hydrique et agricole (Hamidov & Helming, 2020; Ringler et al., 2013).

Cette différence suggère que les efforts importants consentis en faveur du développement des énergies renouvelables n'ont pas encore permis de générer pleinement les bénéfices attendus dans une logique Nexus. Une explication possible tient à l'absence d'un cadre intégré qui relie explicitement les politiques énergétiques aux enjeux hydriques et agricoles. Ces résultats rejoignent les conclusions de (Ringler et al., 2013) selon lesquelles investir dans les énergies renouvelables de manière isolée, sans les inscrire dans une logique de planification intersectorielle, empêche la réalisation des co-bénéfices potentiels entre énergie, eau et alimentation. En d'autres termes, l'absence d'un cadre institutionnel intégrateur transforme des synergies techniquement réalisables en opportunités manquées. En Afrique subsaharienne, des études récentes (Bwire et al., 2023) montrent qu'une gouvernance Nexus explicite augmente l'efficacité hydrique de 15 à 30 % dans les systèmes d'irrigation alimentés par EnR, ce qui suggère un potentiel d'amélioration substantiel pour le Maroc si des mécanismes de coordination analogues étaient mis en place.

Par ailleurs, le Scénario III proposé par le CESE apparaît particulièrement intéressant dans une perspective Nexus. En visant une part de 94 % d'énergies renouvelables à l'horizon 2050, ce scénario pourrait contribuer simultanément à réduire la dépendance aux énergies fossiles, à diminuer les coûts liés au dessalement de l'eau et à limiter les émissions de gaz à effet de serre associées aux activités agricoles. Ces perspectives rejoignent les conclusions de (Hamidov & Helming, 2020), qui soulignent l'importance des énergies renouvelables dans le renforcement des synergies entre les secteurs de l'eau, de l'énergie et de l'agriculture, notamment dans les systèmes irrigués.

Enfin, les avancées récentes en matière d'intelligence artificielle offrent de nouvelles opportunités pour améliorer la gestion des ressources en eau. Les outils de modélisation et de prévision pourraient faciliter l'identification précoce des risques et des tensions entre secteurs, tout en améliorant la qualité des arbitrages réalisés par les décideurs publics. Comme le soulignent (Rbaibi & SahibEddine, 2024), les systèmes d'aide à la décision multicritères sont susceptibles de jouer un rôle croissant dans la gouvernance Nexus en permettant de mieux comprendre les interactions complexes entre secteurs et d'évaluer les effets potentiels de différentes orientations politiques.

a. Implications managériales et recommandations opérationnelles

Sur la base des résultats et de la confrontation aux expériences internationales, nous proposons des recommandations opérationnelles différenciées par niveau d'acteur, organisées selon quatre dimensions de gouvernance :

i. Niveau gouvernemental : Coordination interministérielle

- Créer un Comité National Nexus EEAE présidé par le Chef du gouvernement, réunissant les ministères de l'Eau, de l'Énergie, de l'Agriculture et de l'Environnement, avec un secrétariat permanent chargé de produire un tableau de bord Nexus annuel. Cette recommandation s'inspire des dispositifs de coordination interministérielle identifiés par (Ringler et al., 2013) comme condition préalable à toute gouvernance Nexus efficace.
- Réviser les lois sectorielles (loi 36-15 sur l'eau, code de l'électricité, loi d'orientation agricole) pour y introduire des clauses d'évaluation des impacts croisés intersectoriels obligatoires avant tout projet d'investissement public dépassant 100 millions de dirhams, à l'image des Environmental Impact Assessments appliqués par l'ORMVAD dans ses projets de reconversion en irrigation localisée (ORMVAD, 2023).
- Conditionner les financements des programmes sectoriels (PNAEPI, PIEE, Génération Green) à la démonstration de leur compatibilité Nexus, en s'inspirant du modèle des « Water-Energy Nexus Impact Assessments » préconisés par (Akinsete et al., 2022) pour les pays à revenu intermédiaire.

ii. Niveau des agences de bassin et opérateurs régionaux

- Mandater les neuf Agences de Bassin Hydraulique (ABH) pour co-élaborer des Plans de Gestion Nexus intégrant la demande énergétique liée au pompage agricole, la capacité de production hydroélectrique et les besoins en eau pour le dessalement côtier. Cette approche s'ancre dans les missions légales des ABH issues de la loi 36-15 sur l'eau et rejoint les recommandations du CESE (CESE, 2023) sur la territorialisation de la gouvernance Nexus au Maroc.
- Développer des systèmes de monitoring en temps réel couplant les données des capteurs hydrométriques, des compteurs intelligents EnR et des stations météorologiques agricoles, en exploitant les capacités des plateformes IoT et d'intelligence artificielle. (Rbaïbi & SahibEddine, 2024) démontrent que l'intégration de tels systèmes d'aide à la décision améliore significativement l'anticipation des tensions intersectorielles et la qualité des arbitrages publics.

iii. Niveau des entreprises et opérateurs privés

- Inciter les grandes entreprises agroalimentaires (OCP, Centrale Danone, coopératives laitières) à adopter des plans de sobriété hydro-énergétique intégrés, assortis d'objectifs chiffrés de réduction de l'empreinte en eau et carbone, via des mécanismes de certification et d'accès préférentiel aux financements verts. Le rapport de la (Fédération de l'énergie, 2024) souligne que l'industrie agroalimentaire représente l'un des postes de consommation énergétique les plus dynamiques, justifiant une mobilisation spécifique de ce secteur dans la gouvernance Nexus.
- Développer des contrats de performance Nexus entre l'ONEE, les distributeurs d'eau et les coopératives agricoles irriguées, fixant des objectifs partagés d'efficacité hydrique et énergétique sur une période de cinq ans. Ce type d'instrument contractuel est préconisé par (Hamidov & Helming, 2020) comme mécanisme clé pour opérationnaliser les synergies eau-énergie dans les systèmes irrigués des pays à revenu intermédiaire.

iv. Niveau territorial et communautaire

- Mobiliser les Conseils Régionaux et les communes rurales dans la co-gestion des ressources Nexus locales, en s'appuyant sur les nouvelles prérogatives décentralisées issues de la régionalisation avancée (loi organique 111-14), et en développant des Chartes Territoriales Nexus adaptées aux spécificités de chaque bassin. Cette approche est cohérente avec les recommandations du (CESE, 2023) sur la gouvernance multi-niveaux et avec les Principes de

Dublin(GWP, 2000) sur la participation des communautés locales à la gestion des ressources en eau.

- Renforcer les programmes d'éducation et de formation Nexus dans les universités, les ENCG et les instituts agronomiques marocains, pour constituer un vivier de cadres capables de porter une gouvernance intersectorielle innovante. (Roidt & Avellán, 2019) identifient le déficit de compétences intersectorielles comme l'un des principaux obstacles à la mise en œuvre effective du Nexus dans les pays en développement.

8. Conclusion

Cet article s'est intéressé aux interactions entre l'eau, l'énergie, l'alimentation et les écosystèmes au Maroc à travers l'approche Nexus EEAE. Les résultats mettent en évidence que le pays dispose d'atouts importants pour engager une transition vers une gestion plus intégrée de ses ressources. Les potentialités naturelles, les orientations stratégiques adoptées ces dernières années ainsi que les progrès réalisés sur le plan technique constituent des leviers favorables. Toutefois, ces avancées demeurent limitées par une gouvernance encore largement organisée selon une logique sectorielle, où la coordination entre acteurs et institutions reste insuffisante.

L'analyse des différents indicateurs mobilisés, notamment ceux relatifs à la dépendance énergétique, à la balance énergétique, à l'Indice Nexus et aux scénarios prospectifs, conduit à un constat préoccupant. Les défis liés à l'eau, à l'énergie et à l'agriculture ne peuvent plus être appréhendés de manière isolée. Le maintien d'une forte dépendance aux importations énergétiques, associé à une pression croissante sur les ressources hydriques et à une demande agricole importante en eau, accentue la vulnérabilité du pays face aux aléas externes tels que les fluctuations des marchés énergétiques, les épisodes de sécheresse ou encore les perturbations des systèmes alimentaires mondiaux.

Dans ce contexte, les projections élaborées par le CESE montrent qu'une accélération de la transition énergétique, accompagnée d'une gestion plus intégrée des ressources, pourrait transformer en profondeur la situation actuelle. La réduction significative de la dépendance énergétique envisagée à l'horizon 2050 constitue une perspective encourageante. Néanmoins, la réalisation de cet objectif suppose des changements importants dans les modes de gouvernance, notamment à travers un renforcement de la coordination institutionnelle, une meilleure intégration des politiques publiques, le recours accru à l'innovation technologique et une implication plus large des différentes parties prenantes.

Cette recherche présente toutefois certaines limites. Les analyses reposent principalement sur des données agrégées à l'échelle nationale, ce qui ne permet pas toujours de rendre compte de la diversité des situations territoriales observées au Maroc. Les écarts entre régions côtières et zones arides, ou encore entre espaces ruraux et urbains, mériteraient d'être étudiés plus en détail. De futures recherches pourraient ainsi privilégier des analyses à l'échelle des bassins hydrauliques ou de filières agricoles spécifiques, en s'appuyant sur des approches quantitatives telles que l'analyse des flux de matières ou les modèles d'optimisation appliqués au Nexus. Par ailleurs, l'intégration des outils d'intelligence artificielle dans l'étude des interactions entre les composantes du Nexus EEAE apparaît comme une piste particulièrement prometteuse pour améliorer l'aide à la décision et la gestion durable des ressources dans le contexte marocain.

9. Références

- Akinsete, E., Koundouri, P., Kartala, X., Englezos, N., Lautze, J., Yihdego, Z., Gibson, J., Scholz, G., van Bers, C., & Sodoge, J. (2022). Sustainable WEF Nexus Management : A Conceptual Framework to Integrate Models of Social, Economic, Policy, and Institutional Developments. *Frontiers in Water*, 4. <https://doi.org/10.3389/frwa.2022.727772>

- AMEE. (2022). *Agence Marocaine pour l'Efficacité Énergétique (AMEE) – AMEE*. <https://amee.ma/>
- Bwire, C., Mohan, G., Karthe, D., Caucci, S., & Pu, J. (2023). A Systematic Review of Methodological Tools for Evaluating the Water, Energy, Food, and One Health Nexus in Transboundary Water Basins. *Environmental Management*, 72(3), 598-613. <https://doi.org/10.1007/s00267-023-01841-w>
- CESE. (2022). Accélérer la transition énergétique pour installer le Maroc dans la croissance verte. CESE. <https://www.cese.ma/docs/accelerer-la-transition-energetique-pour-installer-le-maroc-dans-la-croissance-verte/>
- CESE. (2023). *Nexus eau-énergie-alimentation-écosystèmes : Optimiser les ressources naturelles, maximiser les synergies et réduire les risques intersectoriels au Maroc—CESE*. <https://www.cese.ma/docs/nexus-eau-energie-alimentation-ecosystemes/>
- Dublin rio principales. (1992). *The Dublin Statement on Water and Sustainable Development, 1992*.
- Falkenmark, M., Lundqvist, J., & Widstrand, C. (1989). Macro-scale water scarcity requires micro-scale approaches. *Natural Resources Forum*, 13(4), 258-267. <https://doi.org/10.1111/j.1477-8947.1989.tb00348.x>
- Fédération de l'énergie. (2024). *Maroc : La facture énergétique diminue de 6,5% en 2024 – Fédération de l'Energie*. <https://www.fedenerg.ma/2025/02/13/maroc-la-facture-energetique-diminue-de-65-en-2024/>
- GWP. (2000). *GWP (2000) Integrated Water Resources Management. Global Water Partnership (GWP) Technical Advisory Committee, Background Paper No.4. - References—Scientific Research Publishing*. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1320536>
- Hamidov, A., & Helming, K. (2020). Sustainability Considerations in Water–Energy–Food Nexus Research in Irrigated Agriculture. *Sustainability*, 12(15), 6274. <https://doi.org/10.3390/su12156274>
- Hoff, H. (2011). *Understanding the Nexus*. <https://www.sei.org/publications/understanding-the-nexus/>
- Jowett, P. (2026). Le Maroc a installé 204 MW de solaire à grande échelle en 2025. *PV magazine France*. <https://www.pv-magazine.fr/2026/02/27/le-maroc-a-installe-204-mw-de-solaire-a-grande-echelle-en-2025/>
- Ministère de la Transition Énergétique. (2022). *Rapports*. <https://www.mem.gov.ma/Pages/rapports.html>
- Ministère de l'agriculture. (2022). *Dessalement de l'eau de mer pour l'irrigation de la plaine du Chtouka et l'alimentation en eau potable du grand Agadir | Ministère de l'agriculture*. <https://www.agriculture.gov.ma/fr/projet/dessalement-de-leau-de-mer-pour-lirrigation-de-la-plaine-du-chtouka-et-de-leau-potable-du>
- Ministère de l'Energie et des Mines. (2022). *Programme national de la promotion du pompage solaire dans l'irrigation*. <https://www.mem.gov.ma/Pages/secteur15a5.html?e=3&prj=39>
- Nations unies. (2015). *Transformer notre monde : Le Programme de développement durable à l'horizon 2030 | Fonds des Nations Unies pour la population*. <https://www.unfpa.org/fr/resources/transformer-notre-monde-le-programme-de-d%C3%A9veloppement-durable-%C3%A0-l%E2%80%99horizon-2030-0#>
- ONEE. (2022). *ONEE/Grand Agadir : Mise en exploitation progressive du projet de dessalement d'eau de mer – Fédération de l'Energie*. <https://www.fedenerg.ma/2022/02/12/onee-grand-agadir-mise-en-exploitation-progressive-du-projet-de-dessalement-deau-de-mer/>
- ORMVAD. (2023). *ORMVAD*. <https://ormvad.com/>
- PNAEPI. (2026). *Ministère de l'équipement et de l'eau*. <https://www.equipement.gov.ma/eau/Strategies-plans-programmes/Pages/PNAEPI-2020-2027.aspx>

- Rbaibi, O., & SahibEddine, A. (2024). Sustainability in Integrated Water Resources Management : Systematic Literature Review. In J. Mabrouki & A. Mourade (Éds.), *Technical and Technological Solutions Towards a Sustainable Society and Circular Economy* (p. 195-202). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-56292-1_15
- Ringler, C., Bhaduri, A., & Lawford, R. (2013). The nexus across water, energy, land and food (WELF) : Potential for improved resource use efficiency? *Aquatic and marine systems*, 5(6), 617-624. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.11.002>
- Roidt, M., & Avellán, T. (2019). Learning from integrated management approaches to implement the Nexus. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT*, 237, 609-616. (WOS:000465059900064). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.02.106>
- WEF Nexus Index. (2023). *Morocco—The WEF Nexus Index*. <https://wefnexusindex.org/mar/>
- *World Bank Open Data*. (2023). [Banque mondiale]. Banque mondiale. <https://data.worldbank.org>
- Zhang, P., Zhang, L., Chang, Y., Xu, M., Hao, Y., Liang, S., Liu, G., Yang, Z., & Wang, C. (2019). Food-energy-water (FEW) nexus for urban sustainability : A comprehensive review. *Resources, Conservation and Recycling*, 142, 215-224. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.11.018>