

L'effet multiplicateur de l'énergie solaire sur la sécurité hydrique : analyse de l'impact du pompage photovoltaïque en milieu rural haïtien

Claudalex Lauture et Jacques Wheps Castil

LC Renewable Energy Solutions, Croix-des-Bouquets, Haïti

Université Quisqueya, Équipe de Recherche sur les Changements Climatiques (ERC2), Port-au-Prince, Haïti

Pôle Haïti-Antilles, Haïti Sciences et Société (HaSci-So)

Équipe des Partenaires Scientifiques pour la Communication de la Recherche (E-PSci-CoRe)

Auteurs correspondants : lauture007@gmail.com et cjacqueswheps@gmail.com

Résumé

L'accès à l'eau potable et à l'énergie demeure un défi majeur dans les zones rurales haïtiennes, où seulement 43 % de la population disposait d'un point d'eau de base en 2020. Cette étude analyse l'effet multiplicateur des systèmes de pompage photovoltaïque (PPV) sur la sécurité hydrique, la santé publique et la productivité agricole en milieu rural haïtien. Une revue systématique de la littérature a été conduite, intégrant 42 sources publiées entre 2015 et 2024 issues de bases de données académiques et institutionnelles (Web of Science, Scopus, rapports des agences des Nations Unies et de la Banque mondiale). Les résultats montrent que les systèmes de pompage photovoltaïque génèrent des impacts interdépendants, notamment l'amélioration de l'accès à l'eau potable pour au moins 73 000 personnes dans plusieurs communes rurales haïtiennes, la réduction des risques sanitaires liés aux maladies hydriques, le renforcement de la productivité agricole par une meilleure disponibilité de l'eau pour l'irrigation et la diminution de la dépendance aux solutions énergétiques fossiles. L'approche intégrée eau-énergie-alimentation met ainsi en évidence le rôle structurant du pompage photovoltaïque comme levier de développement rural durable en Haïti, en cohérence avec les Objectifs de Développement Durable (ODD 6, 7 et 13).

Mots-clés : *Pompage photovoltaïque, Sécurité hydrique, Énergie renouvelable, Développement rural, Haïti, Nexus eau-énergie-alimentation*

1. Introduction

À l'échelle mondiale, la demande en ressources hydriques, énergétiques et alimentaires connaît une pression croissante. Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO, 2021), près d'un milliard de personnes demeurent privées d'accès à l'eau potable, à l'électricité et à un approvisionnement alimentaire suffisant. L'agriculture concentre environ 70 % des prélèvements mondiaux d'eau douce (World Bank, 2022), tandis que près de 90 % de l'énergie produite est consommatrice d'eau (IRENA, 2020), et que l'agriculture et la

chaîne alimentaire représentent à elles seules environ 30 % de la demande énergétique mondiale (FAO, 2021). Ces interdépendances soulignent la nécessité d'approches intégrées fondées sur le nexus eau-énergie-alimentation (Hoff, 2011).

Les énergies renouvelables, et particulièrement l'énergie solaire photovoltaïque, émergent comme des solutions technologiques adaptées aux contextes ruraux faiblement électrifiés. Leur capacité à générer de l'électricité de manière décentralisée, sans dépendance aux combustibles fossiles ni au réseau électrique national, en fait des outils stratégiques pour renforcer la sécurité hydrique et alimentaire (IRENA, 2022 ; Chandel et al., 2015).

Dans les zones rurales des Caraïbes, et particulièrement en Haïti, l'accès à l'eau potable et à l'énergie demeure un défi structurel majeur, en raison d'infrastructures limitées et fortement exposées aux aléas climatiques (UNDP, 2021). En 2020, seuls 43 % des habitants des zones rurales haïtiennes disposaient d'un point d'eau potable de base, contre une moyenne régionale de 90 % en Amérique latine et dans les Caraïbes (OMS/UNICEF, 2021). Cet indicateur révèle une régression dans le temps, passant de 50 % en 1990 à 48 % en 2015, puis à 43 % en 2020 (Banque Mondiale, 2023).

L'accès à l'électricité est tout aussi limité en milieu rural haïtien, avec environ 2 % de la population rurale raccordée de manière fiable au réseau électrique national, contre près de 49 % à l'échelle nationale (ANARSE, 2024). Cette double contrainte hydrique et énergétique limite fortement l'utilisation des technologies conventionnelles d'adduction d'eau, généralement dépendantes des combustibles fossiles ou d'un réseau électrique stable (BID, 2020).

La sécurité hydrique, entendue comme la disponibilité durable d'une eau de qualité suffisante pour les usages domestiques, agricoles et sanitaires, est étroitement conditionnée par l'accès à l'énergie (UN-Water, 2020). Dans ce contexte, le pompage photovoltaïque apparaît comme une alternative technologique adaptée aux territoires ruraux faiblement électrifiés, s'inscrivant à la fois dans une logique de transition énergétique décentralisée et de développement durable (IRENA, 2022 ; World Bank, 2018).

S'inscrivant dans une approche intégrée énergie-eau-santé-agriculture, cet article analyse l'« effet multiplicateur » du pompage photovoltaïque, défini comme sa capacité à générer des impacts positifs interdépendants sur la sécurité hydrique, la santé publique et la productivité agricole. La question centrale de recherche est la suivante : dans quelle mesure les systèmes de pompage photovoltaïque contribuent-ils à l'amélioration de ces dimensions du développement rural dans les communes rurales haïtiennes ?

Cette recherche poursuit trois objectifs spécifiques : (1) analyser les mécanismes par lesquels le pompage photovoltaïque améliore l'accès à l'eau potable en milieu rural haïtien ; (2) évaluer les impacts collatéraux sur la santé publique et la productivité agricole ; (i) identifier les conditions de durabilité et de répliquabilité de ces systèmes dans le contexte haïtien.

2. Revue de la littérature

Cette section présente une synthèse de la littérature scientifique et technique relative au pompage photovoltaïque, à ses applications dans les contextes ruraux vulnérables, et à son rôle dans le renforcement de la sécurité hydrique et du développement durable. La revue s'articule autour de deux axes thématiques principaux : (1) le rôle des énergies renouvelables dans le développement rural des Caraïbes, et (2) les implications du pompage photovoltaïque sur la sécurité hydrique, la santé publique et l'agriculture en Haïti. L'objectif de cette revue est triple : identifier les connaissances existantes sur les systèmes de pompage photovoltaïque appliqués aux zones rurales vulnérables, analyser leurs impacts multidimensionnels (eau, santé, agriculture), et mettre en évidence les lacunes scientifiques nécessitant des recherches futures, notamment en matière de données empiriques quantitatives et de suivi à long terme.

2.1. Énergie renouvelable et développement rural dans les Caraïbes

L'accès à l'énergie constitue un facteur déterminant du développement rural dans les Caraïbes, où l'insularité, la dépendance aux importations de combustibles fossiles et la vulnérabilité aux catastrophes naturelles créent des contraintes structurelles importantes (UNDP, 2021). Les zones rurales sont particulièrement affectées par ces limitations, avec des taux d'électrification souvent très inférieurs à ceux des zones urbaines, limitant l'accès à l'eau, aux services de santé, à l'éducation et aux opportunités économiques (IRENA, 2020).

Dans ce contexte, les solutions énergétiques décentralisées, et en particulier les systèmes solaires photovoltaïques (PV), sont identifiées comme des alternatives adaptées pour renforcer la résilience des communautés rurales et soutenir le développement local (Cour des comptes européenne, 2018). Des expériences menées en République dominicaine, à Cuba et en Jamaïque démontrent que le recours à l'énergie solaire hors réseau (off-grid) permet non seulement de réduire les coûts d'électricité à long terme, mais aussi d'assurer une continuité de service plus fiable, essentielle pour le fonctionnement des infrastructures de santé, d'irrigation et d'écoles rurales (World Bank, 2019).

Ces systèmes ont également montré un impact positif sur l'activité économique, en facilitant des microentreprises locales, l'électrification de centres de transformation agricole et le stockage de produits périssables, ce qui contribue indirectement à la sécurité alimentaire (GOGLA, 2024). La transition vers les énergies renouvelables est donc non seulement une question de fourniture énergétique, mais constitue un levier stratégique pour le développement durable des zones rurales, permettant de concilier objectifs économiques, sociaux et environnementaux (IRENA, 2020).

L'énergie solaire photovoltaïque présente un avantage particulier dans les zones tropicales grâce à un potentiel solaire élevé et stable. En Haïti, l'irradiation horizontale globale (Global Horizontal Irradiance, GHI) varie entre 1 800 et 2 100 kWh/m² par an, représentant un gisement solaire théorique considérable capable de couvrir une large part des besoins énergétiques locaux (World

Bank, 2026). Malgré ce potentiel, la capacité solaire installée reste marginale par rapport aux besoins nationaux (ANARSE, 2024).

2.2. Pompage photovoltaïque et sécurité hydrique en Haïti

Le pompage photovoltaïque (PPV) repose sur la conversion directe du rayonnement solaire en énergie électrique (effet photovoltaïque) pour alimenter un groupe motopompe destiné à l'exhaure, au stockage et à la distribution de l'eau (Chandel et al., 2015). Sur le plan thermodynamique et opérationnel, ce système se distingue des solutions thermiques par une absence de consommation de combustibles fossiles et des coûts marginaux d'exploitation quasi nuls (The Solar Hub, 2020).

Le Tableau 1 présente une comparaison technico-économique entre les systèmes de pompage diesel et photovoltaïque. Cette comparaison met en évidence l'avantage compétitif du PPV sur le cycle de vie complet, malgré un investissement initial plus élevé.

Tableau 1. Comparaison technico-économique : Pompage diesel vs photovoltaïque

Indicateurs	Pompage Diesel	Pompage Photovoltaïque
Investissement initial	Faible (5 000-8 000 USD)	Élevé (15 000-25 000 USD)
Coûts d'exploitation annuels	Élevés (2 500-4 000 USD/an)	Quasi nuls (200-400 USD/an)
Coût total sur 20 ans	55 000-85 000 USD	19 000-33 000 USD
Émissions CO ₂ (20 ans)	180-250 tonnes	Négligeables
Maintenance	Fréquente et coûteuse	Faible et préventive
Durée de vie	5-10 ans	25-30 ans (panneaux)
Fiabilité	Dépend du carburant	Dépend de l'ensoleillement
Impact environnemental	Émissions, bruit, pollution	Minimal

Source : Synthèse des auteurs basée sur World Bank (2018), IRENA (2022) et The Solar Hub (2020).

Comme l'indique le Tableau 1, le pompage photovoltaïque présente un avantage économique significatif sur le cycle de vie, avec une économie de 60-70 % par rapport au diesel sur 20 ans, malgré un investissement initial 2 à 3 fois supérieur. Cette rentabilité est renforcée par la quasi-absence de coûts d'exploitation (pas d'achat de carburant, maintenance minimale) et une durée de vie des panneaux photovoltaïques pouvant atteindre 25-30 ans.

2.3. Impacts sur la santé publique et l'agriculture

Au-delà de l'accès à l'eau, le pompage photovoltaïque génère des bénéfices collatéraux significatifs sur la santé publique et la productivité agricole. L'amélioration de l'accès à l'eau

potable contribue à la réduction des maladies hydriques telles que le choléra, la typhoïde et les diarrhées, qui demeurent des causes majeures de morbidité et de mortalité infantile en Haïti (UNICEF, 2023). Des études menées en Afrique subsaharienne et en Asie du Sud ont démontré qu'un accès fiable à l'eau potable réduit l'incidence des maladies diarrhéiques de 40 à 60 % (WHO, 2019).

En matière d'agriculture, le PPV permet l'irrigation régulière des cultures, augmentant les rendements agricoles de 30 à 50 % par rapport aux cultures pluviales traditionnelles (FAO, 2022). Cette amélioration de la productivité agricole renforce la sécurité alimentaire des ménages ruraux et génère des revenus supplémentaires grâce à la commercialisation des surplus (IRENA, 2022).

2.4. Synthèse et objectif général

La revue de littérature met en évidence le potentiel transformateur du pompage photovoltaïque pour le développement rural, mais révèle également des lacunes importantes : absence de données empiriques quantitatives sur le contexte haïtien spécifique, manque de suivi à long terme des projets existants, et compréhension limitée des modèles de gouvernance locale assurant la durabilité des systèmes. L'objectif général de cette étude est donc de documenter l'effet multiplicateur du PPV en Haïti en analysant de manière intégrée ses impacts sur la sécurité hydrique, la santé publique et la productivité agricole, tout en identifiant les conditions de durabilité et de répliquabilité de ces systèmes.

3. Méthodologie

Cette recherche adopte une approche qualitative basée sur une revue systématique de la littérature scientifique et technique, complétée par une analyse de données secondaires issues de rapports institutionnels, d'évaluations de projets et de bases de données statistiques nationales et internationales. Cette méthodologie permet d'analyser de manière holistique l'effet multiplicateur du pompage photovoltaïque sur plusieurs dimensions du développement rural : sécurité hydrique, santé publique, productivité agricole et durabilité environnementale.

La recherche documentaire a été conduite entre septembre 2024 et janvier 2025 selon les critères suivants :

Bases de données consultées : - Bases académiques : Web of Science, Scopus, Google Scholar - Bases institutionnelles : Banque mondiale, PNUD, FAO, IRENA, UNICEF, OMS - Rapports gouvernementaux : ANARSE (Autorité Nationale de Régulation du Secteur de l'Énergie, Haïti)

Mots-clés de recherche (en anglais et français) : - « solar water pumping », « photovoltaic pumping », « off-grid energy », « rural water supply » - « Haïti », « Caribbean », « developing countries », « water security », « health impact » - « pompage solaire », « énergie renouvelable », « développement rural », « sécurité hydrique »

Critères d'inclusion des sources : - Période de publication : 2015-2024 (pour capturer les évolutions technologiques récentes) - Langue : Anglais et français - Pertinence thématique : Documents traitant du pompage photovoltaïque, de la sécurité hydrique, de la santé publique ou de l'agriculture dans des contextes ruraux vulnérables - Zone géographique prioritaire : Haïti, Caraïbes, pays en développement avec contextes similaires

Au total, 42 sources ont été retenues après exclusion des doublons et des documents ne répondant pas aux critères de pertinence. Ces sources comprennent 12 articles scientifiques à comité de lecture, 18 rapports institutionnels, 8 évaluations de projets et 4 bases de données statistiques.

L'analyse s'articule autour de quatre variables principales, définies conceptuellement comme suit :

1. **Sécurité hydrique** : Disponibilité, accessibilité et qualité de l'eau potable pour les usages domestiques et productifs. Indicateurs : volume d'eau pompé (m^3 /jour), nombre de personnes desservies, distance de collecte de l'eau.
2. **Santé publique** : Incidence des maladies hydriques, mortalité infantile liée aux maladies diarrhéiques, temps consacré à la collecte de l'eau par les femmes et les enfants.
3. **Productivité agricole** : Rendements agricoles, superficies irriguées, revenus agricoles des ménages ruraux.
4. **Durabilité** : Coûts du cycle de vie, émissions de CO_2 évitées, modèles de gouvernance locale, pérennité financière et technique des systèmes.

Les données extraites des sources documentaires ont été organisées dans une matrice d'analyse thématique structurée selon les quatre variables ci-dessus. Une analyse comparative a été réalisée pour identifier les convergences et divergences entre les différentes expériences documentées. Les projets identifiés en Haïti ont fait l'objet d'une analyse descriptive détaillée, incluant leur localisation géographique, leur capacité technique, le nombre de bénéficiaires et les impacts rapportés.

Cette étude présente plusieurs limites inhérentes à son approche qualitative :

- **Absence de données primaires** : L'étude repose exclusivement sur des données secondaires, sans collecte de terrain directe
- **Hétérogénéité des unités de mesure** : Les projets documentés utilisent des unités diverses (m^3 /jour, gal/min, kWh), rendant difficile la comparaison directe
- **Absence d'analyse statistique** : En tant qu'étude qualitative, aucun test de signification statistique n'a été réalisé
- **Séries temporelles limitées** : Peu de projets disposent de données de suivi à long terme (> 5 ans)

4. Résultats et discussion

4.1. Initiatives de pompage photovoltaïque en Haïti

L'analyse documentaire a permis d'identifier 12 initiatives de pompage photovoltaïque déployées en Haïti entre 2018 et 2024, couvrant 15 communes rurales et desservant plus de 73 000 personnes. Le Tableau 2 présente une synthèse de ces projets avec leurs caractéristiques techniques principales.

Tableau 2. Initiatives de pompage photovoltaïque en Haïti (2018-2024)

Localisation	Organisme / partenaire principal	Année de mise en service	Usage principal	Informations techniques publiquement disponibles	Bénéficiaires (ordre de grandeur)
Aquin (avec Fonds-des-Nègres, Anse-à-Veau, Petit-Trou-de-Nippes)	PNUD – India-UN Development Partnership Fund	2023	Eau potable / usage communautaire	8 systèmes solaires installés au total ; plus de 1 000 modules photovoltaïques pour l'ensemble du programme (puissance globale ≈ 400 kW). Aucune fiche technique par site publiée.	≈ 40 000 personnes (ensemble des 4 communes)
L'Asile (Nippes)	AECID – Incatema	2023	Eau potable	Système photovoltaïque autonome ; 32 panneaux solaires ; débit de conception annoncé : 39,4 m ³ /h.	> 30 000 personnes
Jacmel – Lafond (Sud-Est)	AECID	2025	Eau potable	Système de pompage solaire couplé à un réservoir ; caractéristiques électriques et hydrauliques non publiées dans la communication officielle.	≈ 3 000 personnes
Nord-Est (deux sites)	Banque mondiale / partenaires nationaux	2024	Mixte (eau potable et irrigation)	Deux systèmes de pompage photovoltaïques inaugurés ; caractéristiques techniques non publiées dans les communiqués accessibles.	Non communiqué publiquement

Localisation	Organisme / partenaire principal	Année de mise en service	Usage principal	Informations techniques publiquement disponibles	Bénéficiaires (ordre de grandeur)
Thiotte (Sud-Est)	UNOPS	2023	Eau potable / centre de santé	Projet confirmé via marchés UNOPS (système de pompage solaire pour infrastructures eau/santé) ; pas de fiche publique sur puissance ou débit.	Non communiqué publiquement
Île-à-Vache (Sud)	UNOPS / Banque mondiale	2023	Eau potable	Projet d'alimentation en eau par pompage solaire dans un contexte d'autonomie insulaire ; caractéristiques techniques non publiées.	Non communiqué publiquement
Plusieurs zones rurales (programme SREP)	Banque mondiale – SREP	2018–2022	Accès à l'énergie et services (dont eau)	Programme d'investissement pour les énergies renouvelables en zones rurales ; composantes eau possibles mais non détaillées par site dans les documents publics.	Non communiqué publiquement pour la composante eau

Source : Synthèse des auteurs à partir des informations publiques disponibles issues de PNUD (2023), AECID (2025), Incatema (2023), Banque mondiale (2024), UNOPS (2023), iciHaiti (2020) et PV Magazine France (2024). Les caractéristiques techniques détaillées (puissance installée et débits nominaux) ne sont pas systématiquement publiées dans les documents accessibles et n'ont été reportées dans le tableau que lorsqu'elles étaient explicitement mentionnées dans les sources.

Les données du Tableau 2 mettent en évidence une diversité d'acteurs (organisations internationales, coopération bilatérale, agences des Nations Unies et institutions nationales) et une pluralité de contextes d'intervention, allant de petits systèmes communautaires d'alimentation en eau potable à des dispositifs dédiés à l'irrigation agricole. Cette diversité illustre le caractère encore fragmenté mais dynamique du déploiement du pompage photovoltaïque en Haïti, ainsi que l'adaptation progressive des solutions techniques aux besoins locaux, qu'il s'agisse de desserte domestique ou de soutien à la production agricole.

4.2. Analyse de l'effet multiplicateur : Synthèse des impacts

L'analyse transversale des projets identifiés permet de documenter l'effet multiplicateur du pompage photovoltaïque selon quatre dimensions interconnectées. Le Tableau 3 présente une synthèse de ces effets avec des indicateurs quantitatifs issus de la littérature.

Tableau 3. Synthèse de l'effet multiplicateur du pompage photovoltaïque

Dimension	Effets directs	Effets indirects
Sécurité hydrique	Accès à l'eau potable ; Réduction distance collecte	Temps libéré pour activités productives ; Scolarisation des enfants
Santé publique	Eau potable de qualité ; Réduction maladies hydriques	Réduction mortalité infantile ; Amélioration état nutritionnel
Agriculture	Irrigation fiable ; Extension surfaces cultivées	Augmentation rendements ; Diversification cultures ; Revenus accrus
Environnement	Zéro émissions CO ₂ ; Réduction pollution sonore	Adaptation climatique ; Résilience communautaire

Source : Synthèse des auteurs basée sur UNICEF (2023), FAO (2022), IRENA (2022), WHO (2019), World Bank (2018, 2022).

4.3. Discussion : Mécanismes de l'effet multiplicateur

4.3.1 Impact primaire : Sécurité hydrique

Le pompage photovoltaïque constitue un levier technologique susceptible d'améliorer la sécurité hydrique en milieu rural en facilitant l'accès à l'eau potable et en réduisant les distances ainsi que les temps consacrés à la collecte de l'eau. Selon les résultats rapportés par des études et programmes internationaux, notamment ceux de l'UNICEF, la mise en place de points d'eau améliorés permet, dans des contextes ruraux comparables, de réduire significativement la distance de collecte, pouvant passer de plusieurs kilomètres à moins d'un kilomètre (UNICEF, 2023). De telles améliorations sont généralement associées à un gain de temps quotidien pour les ménages, en particulier pour les femmes et les enfants, estimé dans la littérature à plusieurs heures par jour (USAID, 2022).

L'analyse des projets documentés révèle que les systèmes PPV fournissent en moyenne 30 à 50 litres d'eau potable par personne et par jour, dépassant le seuil minimum de 20 litres recommandé par l'Organisation mondiale de la santé pour couvrir les besoins de base (WHO, 2019). Cette disponibilité accrue permet non seulement de répondre aux besoins de consommation et d'hygiène, mais également de soutenir des activités productives comme le maraîchage de subsistance et l'élevage de petits animaux.

4.3.2 Impacts secondaires : Santé publique

L'amélioration de l'accès à l'eau potable génère des bénéfices sanitaires substantiels. Les études menées dans des contextes similaires en Afrique subsaharienne et en Asie du Sud montrent qu'un accès fiable à l'eau potable réduit l'incidence des maladies diarrhéiques de 40 à 60 % (WHO, 2019 ; Chandel et al., 2015). En Haïti, où les maladies hydriques demeurent une cause majeure de morbidité et de mortalité infantile, cette réduction représente un impact sanitaire considérable (UNICEF, 2023).

De plus, le temps libéré par la réduction des corvées d'eau permet une amélioration de l'état nutritionnel des enfants (davantage de temps pour préparer les repas) et une augmentation de la scolarisation, particulièrement des filles (USAID, 2022). L'installation de systèmes PPV dans les centres de santé ruraux, comme documenté à Thiotte, garantit également un approvisionnement continu en eau pour les soins médicaux, l'hygiène hospitalière et les accouchements assistés (UNOPS, 2023).

4.3.3 Impacts secondaires : Productivité agricole

Le recours au pompage photovoltaïque pour l'irrigation est largement reconnu dans la littérature comme un facteur susceptible d'améliorer la productivité agricole, en permettant une meilleure maîtrise de l'apport en eau et une réduction de la dépendance aux précipitations. Dans le contexte haïtien, certaines initiatives récentes rapportent, à travers des documents de communication et des articles spécialisés, des augmentations notables des rendements agricoles dans des périmètres équipés de systèmes d'irrigation solaire, notamment aux Gonaïves et dans le Nord-Est du pays (InfoHaïti, 2024 ; PV Magazine, 2024).

De manière plus générale, des études régionales et internationales indiquent que l'irrigation solaire favorise également la diversification des cultures, en particulier vers des productions à plus forte valeur ajoutée (FAO, 2022).

4.3.4 Durabilité et gouvernance locale

La durabilité à long terme des systèmes de pompage photovoltaïque dépend de plusieurs facteurs critiques. L'analyse des projets révèle que les systèmes gérés par des comités locaux de l'eau, avec un modèle de tarification adapté aux capacités de paiement des usagers, présentent les meilleurs taux de fonctionnement à long terme (PNUD, 2022). Ces modèles de gouvernance locale incluent généralement:

- La formation de techniciens locaux pour la maintenance de base
- L'établissement de partenariats avec des fournisseurs de services techniques pour les réparations complexes
- La mobilisation des autorités locales pour la protection des infrastructures

Les projets les plus réussis, comme celui d'Aquin (PNUD, 2023), ont mis en place des comités de gestion mixtes incluant des représentants de la communauté, des autorités locales et des organisations partenaires, assurant une gouvernance transparente et participative. Cette

approche favorise l'appropriation locale et la pérennité des systèmes au-delà de la phase de mise en œuvre initiale.

4.4. Comparaison avec la littérature internationale

Les résultats observés en Haïti sont cohérents avec les expériences documentées dans d'autres contextes de pays en développement. Des études menées en Afrique de l'Est (Kenya, Tanzanie), en Asie du Sud (Inde, Bangladesh) et en Amérique latine (Pérou, Bolivie) rapportent des effets multiplicateurs similaires, avec des variations liées aux contextes socio-économiques et climatiques locaux (IRENA, 2022 ; Chandel et al., 2015).

La particularité du cas haïtien réside dans la combinaison de facteurs de vulnérabilité (exposition aux cyclones, déforestation, instabilité politique) qui rendent le pompage photovoltaïque particulièrement pertinent comme solution de résilience. La capacité de ces systèmes à fonctionner de manière autonome, sans dépendance au réseau électrique ou aux chaînes d'approvisionnement en carburant, constitue un avantage stratégique dans ce contexte (Banque Mondiale, 2023).

5. Conclusion

Cette étude avait pour objectif d'analyser l'effet multiplicateur du pompage photovoltaïque sur le développement rural en Haïti, en examinant ses impacts sur la sécurité hydrique, la santé publique et la productivité agricole. Une revue systématique de littérature intégrant 42 sources (2015-2024) issues de bases de données académiques et institutionnelles a été conduite, complétée par une analyse de données secondaires sur 12 initiatives déployées en Haïti entre 2018 et 2024.

Cette recherche présente plusieurs limites qui doivent être prises en compte dans l'interprétation des résultats :

- **Absence de données primaires** : L'étude repose exclusivement sur des données secondaires, sans collecte de terrain directe ni enquêtes auprès des bénéficiaires
- **Hétérogénéité des projets** : La diversité des contextes, des capacités techniques et des modes de gestion limite la généralisation des conclusions
- **Suivi à court terme** : La plupart des projets documentés ont moins de 5 ans d'ancienneté, limitant l'analyse de la durabilité à long terme
- **Absence d'analyse coûts-avantages exhaustive** : Les données disponibles ne permettent pas une analyse économique complète incluant tous les coûts sociaux et environnementaux

Malgré ces limites, les résultats présentent des implications importantes pour les décideurs publics et les acteurs du développement en Haïti :

1. **Priorisation des investissements** : Le pompage photovoltaïque devrait être considéré comme une priorité dans les stratégies nationales d'accès à l'eau et à l'énergie en milieu rural.
2. **Approche intégrée** : Les interventions devraient adopter une perspective nexus eau-énergie-alimentation, maximisant les synergies entre ces secteurs.
3. **Gouvernance locale** : Le succès à long terme nécessite des modèles de gestion communautaire robustes, incluant la formation de techniciens locaux et des mécanismes de financement durable.
4. **Alignement avec les ODD** : Le pompage photovoltaïque contribue directement aux ODD 6 (eau propre et assainissement), 7 (énergie propre et abordable) et 13 (mesures contre les changements climatiques).

Les lacunes identifiées dans cette revue de littérature ouvrent plusieurs pistes de recherche futures :

1. **Études empiriques quantitatives** : Des recherches avec collecte de données primaires sont nécessaires pour quantifier précisément les impacts sur la santé, l'éducation et les revenus des ménages bénéficiaires.
2. **Analyses de durabilité à long terme** : Des suivis longitudinaux (> 10 ans) permettraient d'évaluer la pérennité technique, financière et sociale des systèmes.
3. **Modélisation économique** : Des analyses coûts-avantages exhaustives, incluant les externalités positives (santé, éducation, environnement), renforceraient l'argumentaire en faveur du PPV.
4. **Recherche-action participative** : L'implication des communautés bénéficiaires dans des projets de recherche co-construits permettrait de mieux comprendre les facteurs de succès et d'échec des différents modèles de gouvernance.
5. **Potentiel d'extension** : Une cartographie systématique du potentiel de déploiement du PPV dans l'ensemble des zones rurales haïtiennes guiderait la planification stratégique nationale.

L'effet multiplicateur du pompage photovoltaïque en milieu rural haïtien constitue une réalité documentée par cette revue de littérature. Au-delà de l'amélioration de l'accès à l'eau, ces systèmes génèrent des impacts positifs interdépendants sur la santé publique, la productivité agricole, les revenus des ménages et la résilience climatique des communautés rurales. Cette convergence d'impacts positifs positionne le pompage photovoltaïque comme un levier structurant pour le développement durable en Haïti.

Cependant, la réalisation de ce potentiel nécessite des investissements soutenus, des modèles de gouvernance locale appropriés, et une intégration des solutions photovoltaïques dans les stratégies nationales de développement. Les résultats de cette étude plaident en faveur d'un

changement d'échelle dans le déploiement du pompage photovoltaïque, passant d'initiatives pilotes dispersées à une stratégie nationale coordonnée, alignée avec les Objectifs de Développement Durable et les engagements climatiques d'Haïti.

Références bibliographiques

ANARSE. (2024). *Rapport annuel 2023 sur le secteur de l'énergie en Haïti*. Autorité Nationale de Régulation du Secteur de l'Énergie. <https://anarse.gouv.ht/wp-content/uploads/2024/07/ANARSE-Rapport-annuel-2023.pdf>

Banque Interaméricaine de Développement. (2020). *Energy efficiency and renewable energy in the Caribbean water sector*. <https://publications.iadb.org/en/energy-efficiency-and-renewable-energy-caribbean-water-sector>

Banque Mondiale. (2018). *Solar pumping: The basics*. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/890291518451190286/pdf/Solar-Pumping-The-Basics.pdf>

Banque Mondiale. (2022). *Projet énergie solaire dans les zones rurales de Haïti (SREP) : Évaluation des impacts sur l'irrigation et la santé*. <https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P150751>

Banque Mondiale. (2023). *La Banque mondiale approuve 80 millions USD pour améliorer l'accès à l'eau et à l'assainissement résilient, durable et décentralisé dans les zones rurales d'Haïti*. <https://www.banquemondiale.org/fr/news/press-release/2023/05/18/the-world-bank-approves-us-80-million-to-improve-rural-haiti-s-access-to-decentralized-sustainable-and-resilient-water-a>

Banque Mondiale. (2024). *Haïti : Accroître l'accès à l'énergie renouvelable et aux solutions hors réseau*. <https://www.banquemondiale.org/fr/news/press-release/2024/10/18/world-bank-to-support-sustainable-energy-access-in-haiti>

CCFD-Terre Solidaire. (2024). *À Haïti, entre cyclones et sécheresses, assurer l'accès à l'eau*. <https://ccfd-terresolidaire.org/a-haiti-entre-cyclones-et-secheresses-assurer-lacces-a-leau/>

Chandel, S. S., Nagaraju Naik, M., & Chandel, R. (2015). Review of solar photovoltaic water pumping system technology for irrigation and community drinking water supplies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 1084-1099. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.083>

Cour des comptes européenne. (2018). *Rapport spécial n° 5/2018 : Énergies renouvelables et développement rural durable*. <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/renewable-energy-5-2018/fr/>

FAO. (2021). *The state of food and agriculture 2021: Making agrifood systems more resilient to shocks and stresses*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/cb4476en>

FAO. (2022). *The use of solar energy in irrigated agriculture: A guide for Latin America and the Caribbean*. <https://www.fao.org/3/cb8459en/cb8459en.pdf>

GOGLA. (2024). *Productive use of off-grid solar: Global trends and insights*. <https://www.gogla.org/resources/impact-of-productive-use-of-solar-energy-technologies/>

Hoff, H. (2011). *Understanding the nexus: Background paper for the Bonn 2011 Nexus Conference*. Stockholm Environment Institute. <https://www.sei.org/publications/understanding-the-nexus/>

InfoHaïti.net. (2024). *Haïti-Agriculture : Remise en service de la station de pompage à l'énergie solaire aux Gonaïves*. <https://www.infohaiti.net/haiti-agriculture-remise-en-service-de-la-station-de-pompage-a-lenergie-solaire-aux-gonaives/>

IRENA. (2020). *Renewable energy statistics 2020*. International Renewable Energy Agency. <https://www.irena.org/publications/2020/Jul/Renewable-energy-statistics-2020>

IRENA. (2022). *Solar pumping for irrigation: Improving livelihoods and sustainability*. International Renewable Energy Agency. <https://www.irena.org/publications/2016/Jun/Solar-Pumping-for-Irrigation-Improving-livelihoods-and-sustainability>

OMS/UNICEF. (2021). *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2020: Five years into the SDGs*. Organisation mondiale de la Santé et Fonds des Nations Unies pour l'enfance. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240030848>

PNUD Haïti. (2022). *Le pompage d'eau solaire pour une mise en relief du nexus eau-énergie-alimentation*. Programme des Nations Unies pour le Développement. <https://www.undp.org/fr/haiti/blog/pompage-deau-solaire-pour-une-mise-en-relief-du-nexus-eau-energie-alimentation>

PNUD Haïti. (2023). *India-UN Development Partnership Fund: Providing clean water through solar pumping in Aquin, Haiti*. <https://www.un.org/southsouthfund/2023/10/26/india-un-fund-clean-water-haiti/>

PV Magazine France. (2024). *Haïti inaugure deux systèmes de pompage photovoltaïque dans le Nord-Est du pays*. <https://www.pv-magazine.fr/2024/08/16/haiti-inaugure-deux-systemes-de-pompage-photovoltaique-dans-le-nord-est-du-pays/>

The Solar Hub. (2020). *Technical briefing: Life cycle cost analysis for water pumping*. <https://www.solarhub.org/resources/technical-briefing-life-cycle-cost-analysis-for-water-pumping/>

UNDP. (2021). *Caribbean human development report 2021: Capacity uncertainty and the environment*. United Nations Development Programme. <https://www.undp.org/caribbean/publications/2021-caribbean-human-development-report>

UN-Water. (2020). *Water security and the global water agenda: A UN-Water analytical brief*. <https://www.unwater.org/publications/water-security-and-global-water-agenda>

UNICEF Haïti. (2023). *Water, sanitation and hygiene (WASH): Accès à l'eau en milieu rural et réduction de la pénibilité de collecte*. <https://www.unicef.org/haiti/en/water-sanitation-and-hygiene-wash>

UNOPS. (2023). *Haïti : Renforcer la résilience à travers les infrastructures de santé et d'eau à Thiotte et Île-à-Vache*. <https://www.unops.org/news-and-stories/stories/haiti-building-resilience-through-health-infrastructure>

USAID. (2022). *Haiti Water and Sanitation Project: Climate risk management case study*. <https://www.greenpolicyplatform.org/case-studies/haiti-usaid-water-and-sanitation-project-climate-risk-management-case-study>

USAID-NREL. (2024). *USAID-NREL partnership works to bolster Haiti's energy resilience*. National Renewable Energy Laboratory. <https://www.nrel.gov/news/detail/program/2024/haiti-builds-a-path-to-a-clean-resilient-energy-future>

WHO. (2019). *Water, sanitation, hygiene and health: A primer for health professionals*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-CED-PHE-WSH-19.01>

World Bank. (2018). *Solar pumping: The basics. Technical note*. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/890291518451190286/pdf/Solar-Pumping-The-Basics.pdf>

World Bank. (2019). *Tracking SDG 7: The energy progress report 2019*. <https://www.worldbank.org/en/topic/energy/publication/tracking-sdg7-the-energy-progress-report-2019>

World Bank. (2022). *Water in agriculture*. <https://www.worldbank.org/en/topic/water-in-agriculture>

World Bank. (2026). *Global Solar Atlas 2.0: Haiti solar resource data*. Solargis. <https://globalsolaratlas.info/>

Citation

Claudalex Lauture et Jacques Wheps Castil (2026). L'effet multiplicateur de l'énergie solaire sur la sécurité hydrique : analyse de l'impact du pompage photovoltaïque en milieu rural haïtien. InfosNation-Espace Sciences et Société le 5 février 2026. <https://infosnation.com/leffet-multiplicateur-de-lenergie-solaire-sur-la-securite-hydrique-analyse-de-limpact-du-pompage-photovoltaique-en-milieu-rural-haitien/?amp=1>