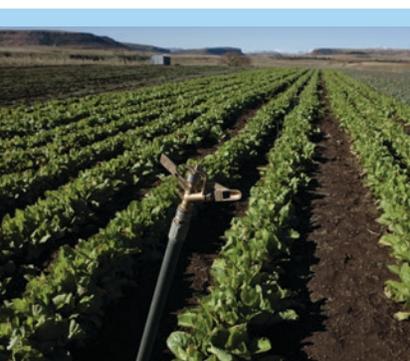


Irrigation et gestion de l'eau tenant compte de la nutrition

Elizabeth Bryan, Claire Chase et Mik Schulte



À propos du Pôle mondial d'expertise en Eau

Établi en 2014, le Pôle mondial d'expertise en Eau du Groupe de la Banque mondiale regroupe financement, connaissance et mise en oeuvre au sein d'une seule plateforme. En associant les connaissances mondiales de la Banque aux investissements dans les pays, ce modèle génère plus de puissance, offrant des solutions transformatrices pour aider les pays à se développer durablement.

Rendez-vous visite à l'adresse www.worldbank.org/water ou suivez-nous sur Twitter à l'adresse [@WorldBankWater](https://twitter.com/WorldBankWater).

À propos du GWSP

Cette publication a reçu le soutien du Partenariat mondial pour la sécurité hydrique et l'assainissement (GWSP). Le GWSP est un fonds fiduciaire multidonateurs administré par le Pôle Eau de la Banque mondiale et soutenu par le ministère fédéral autrichien des Finances, la Fondation Bill & Melinda Gates, le ministère danois des Affaires étrangères, le ministère néerlandais des Affaires étrangères, l'Agence suédoise de coopération internationale au développement, le Secrétariat d'État suisse à l'économie, la Direction suisse du développement et de la coopération et l'Agence américaine pour le développement international.

Rendez-vous visite à l'adresse www.worldbank.org/gwsp ou suivez-nous sur Twitter à l'adresse [@TheGwsp](https://twitter.com/TheGwsp).

Irrigation et gestion de l'eau tenant compte de la nutrition

Elizabeth Bryan, Claire Chase et Mik Schulte



© 2022 Banque internationale pour la reconstruction et le développement/La Banque mondiale
1818 H Street NW, Washington, DC 20433
Téléphone : 202-473-1000 ; Site internet : www.worldbank.org

La version originale de cet ouvrage a été publiée en anglais en 2019. En cas de divergence, entre le texte anglais original et cette traduction, la version dans la langue d'origine fait foi. Cette traduction a été soutenue par le Laboratoire d'innovation pour l'irrigation à petite échelle de l'USAID.

Le présent document a été produit par le personnel de la Banque mondiale avec des concours externes. Les constats, interprétations et conclusions qui y sont exprimés ne reflètent pas nécessairement les opinions de la Banque mondiale, du Conseil des Administrateurs de la Banque mondiale ou des États que ceux-ci représentent.

La Banque mondiale ne garantit pas l'exactitude des données présentées dans cet ouvrage. Les frontières, couleurs et dénominations et toute autre information figurant sur les cartes du présent ouvrage n'impliquent de la part de la Banque mondiale aucun jugement quant au statut juridique d'un territoire quelconque et ne signifient nullement que l'institution reconnaît ou accepte ces frontières.

Droits et licences

Le contenu de cette publication fait l'objet d'un dépôt légal. La Banque mondiale encourageant la diffusion des connaissances, la reproduction de cette publication est autorisée, en tout ou en partie, à des fins non commerciales, sous réserve d'indication de la référence.

Le présent ouvrage doit être cité de la manière suivante : Bryan, Elizabeth, Claire Chase et Mik Schulte. 2022. « Irrigation et gestion de l'eau tenant compte de la nutrition ». Banque mondiale, Washington, DC.

Toute question relative aux droits et licences, y compris les droits subsidiaires, est à adresser au Bureau des publications de la Banque mondiale : The World Bank Group, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, États-Unis d'Amérique ; télécopie : 202-522-2625 ; courriel : pubrights@worldbank.org.

Photos de couverture (de gauche à droite) : John Hogg/Banque mondiale, Dominic Chavez/Facilité de financement mondiale, Maria Fleischmann/Banque mondiale.

Conception de la page de couverture : Jean Franz, Franz and Company, Inc.

Photos intérieures : p. viii, Mitchell Maher/Institut international de recherche sur les politiques alimentaires ; p. 8, A'Melody Lee/Banque mondiale ; p. 24, Michael Foley/Flickr.

Table des matières

<i>Résumé analytique</i>	v
<i>Abréviations</i>	vii
Chapitre 1 Arguments en faveur d'une gestion de l'eau tenant compte de la nutrition	1
Chapitre 2 Voies reliant l'irrigation et la gestion de l'eau aux résultats nutritionnels	3
Voie 1 : Amélioration de la production agricole	3
Voie 2 : Augmentation du revenu des ménages	4
Voie 3 : Amélioration de l'alimentation en eau et de l'hygiène	5
Voie d'impact 4 : Renforcement de l'autonomisation des femmes	6
Chapitre 3 L'environnement favorable : infrastructure, institutions et information	9
Chapitre 4 Points de départ pour l'amélioration des résultats nutritionnels	11
Intégrer les considérations nutritionnelles dès la conception des projets	11
Maintien et amélioration de la base de ressources naturelles	11
Équiper les coopératives, la vulgarisation agricole et les associations d'utilisateurs de l'eau avec des considérations nutritionnelles et diététiques	11
Exploiter les plateformes communautaires pour diffuser des messages sur la nutrition	14
Faire participer les femmes aux interventions d'irrigation	14
Promouvoir des cultures riches en nutriments et intégrer les potagers familiaux dans les projets d'irrigation	14
Concevoir des systèmes d'eau à usage multiple sûrs et culturellement appropriés	15
Intégrer l'irrigation dans les plateformes communautaires pour la prestation des services ruraux	15
Chapitre 5 Guide pratique pour le suivi et l'évaluation tenant compte de la nutrition	17
Indicateurs des voies production et revenu	17
Indicateurs de la voie eau, assainissement et hygiène	21
Indicateurs de la voie autonomisation des femmes	21
Indicateurs d'environnement favorable	22
Mesure des résultats en matière de santé et de nutrition	22
Notes	23
Références	25

Encadrés

- | | | |
|------|---|----|
| 4.1. | Renforcer la sécurité et la résilience de l'eau en Somalie | 15 |
| 4.2. | Relier les projets de travaux publics à la gestion de l'eau et à l'irrigation | 16 |

Figure

- | | | |
|-------|---|---|
| ES.1. | Voies allant de l'irrigation vers les résultats nutritionnels | v |
|-------|---|---|

Tableau

- | | | |
|------|---|----|
| 5.1. | Indicateurs tenant compte de la nutrition pour les opérations de prêt à l'irrigation et à la gestion de l'eau | 18 |
|------|---|----|

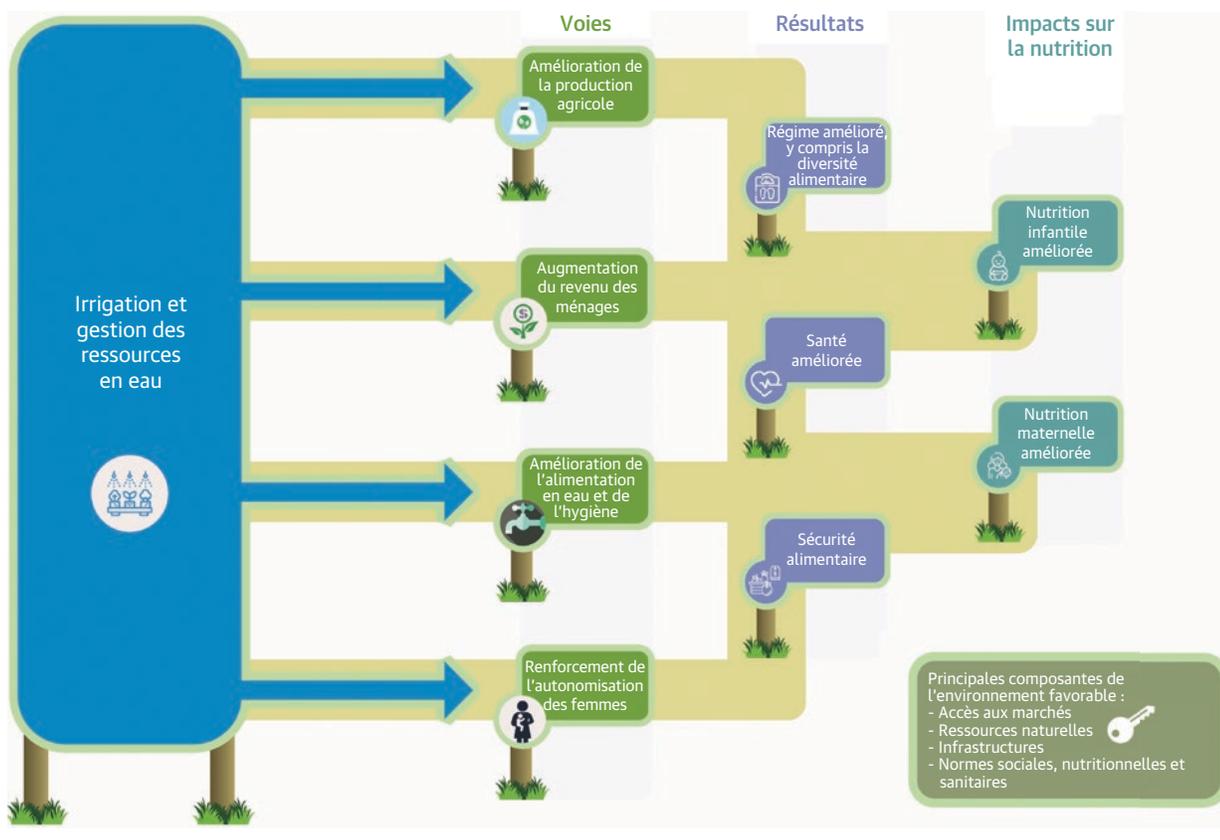
Résumé analytique

Le présent document résume les éléments probants et les orientations relatifs à la conception de projet et aux indicateurs du cadre des résultats pour les investissements dans l'irrigation et la gestion de l'eau tenant compte de la nutrition dans les secteurs de l'eau, de l'agriculture, du développement rural et autres, lorsque l'amélioration de la nutrition de populations vulnérables constitue un objectif spécifique du projet.¹ Il s'appuie sur les orientations existantes en matière d'agriculture tenant compte de la nutrition, élaborées par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO, 2015) et la Banque mondiale (2013), en mettant l'accent sur les aspects liés à l'eau de ces orientations. Les actions recommandées au niveau des projets dépendent d'un environnement

politique favorable accordant la priorité à l'efficacité de l'utilisation de l'eau, aux régimes alimentaires nutritifs, à l'égalité des sexes et au développement du capital humain.

L'irrigation contribue à l'intensification agricole et à la rentabilité des exploitations (Burney, Naylor et Postel, 2013 ; De Fraiture et Giordano, 2014 ; Giordano et de Fraiture, 2014 ; Giordano et coll., 2012 ; Xie et coll., 2014 ; You et coll., 2011), aide les ménages agricoles à étendre la saison de végétation, et s'avère de plus en plus importante pour la résilience des agriculteurs face aux chocs et aux facteurs de stress climatiques. Jusqu'à récemment, moins d'attention était accordée aux autres avantages de l'irrigation, notamment les

FIGURE ES.1. Voies allant de l'irrigation vers les résultats nutritionnels



Source : D'après Passarelli et coll., 2018.

améliorations de la sécurité alimentaire et de la nutrition des ménages, de la santé et de l'autonomisation des femmes.

L'irrigation affecte les résultats nutritionnels le long des mêmes voies que les interventions agricoles plus larges ; mais elle le fait d'une manière qui lui est propre (Domènech, 2015 ; Passarelli et coll., 2018). Ces voies incluent la production, le revenu et l'autonomisation des femmes. L'irrigation ouvre en outre une quatrième voie potentielle à l'amélioration des résultats nutritionnels à travers l'eau, l'assainissement et l'hygiène (figure ES.1).

La présente note fournit des données probantes concernant les effets de l'irrigation sur les résultats nutritionnels pour chaque hypothèse de voie. Ces voies ne sont toutefois qu'indirectement liées aux

résultats nutritionnels, et peu d'études évaluent les effets de l'irrigation sur les déterminants les plus immédiats de la nutrition, tels qu'un apport adéquat en nourriture et en nutriments et les maladies infectieuses, en particulier durant les 1 000 premiers jours de la vie des enfants. Des preuves supplémentaires sont nécessaires pour démontrer les effets des interventions d'irrigation et de gestion de l'eau sur ces déterminants directs de la nutrition et des résultats nutritionnels.

Note

1. Les équipes de projet qui souhaitent que leur opération de prêt ou leurs services de conseils et leur activité d'analyse obtiennent le code 671 de la nutrition doivent examiner les directives pour les Politiques opérationnelles et les Services aux pays.

Abréviations

ANJE	Alimentation du nourrisson et du jeune enfant
APL	Prêt à des politiques adaptables (<i>Adaptable Policy Lending</i>)
CCC	Communication sur le changement de comportement
EPCV	Enquête permanente sur les conditions de vie
FIES	Échelle de mesure de l'insécurité alimentaire vécue (<i>Food Insecurity Experience Scale</i>)
GIRE	Gestion intégrée des ressources en eau
HAZ	Z-score de la taille pour l'âge (<i>Height-for-age z-score</i>)
HFIAS	Échelle de l'accès déterminant l'insécurité alimentaire des ménages (<i>Household Food Insecurity Access Scale</i>)
IMC	Indice de masse corporelle
LAZ	Z-score de la longueur pour l'âge (<i>Length-for-age z-score</i>)
MDD-W	Diversité alimentaire minimale pour les femmes (<i>Minimum Dietary Diversity for Women</i>)
MLDD	Diversité alimentaire au niveau des marchés (<i>Market-Level Dietary Diversity</i>)
MUS	Système d'eau à usages multiples (<i>Multiple-Use Water System</i>)
OMS	Organisation mondiale de la santé
PFSP	Projet de filets sociaux productifs
RMANJE	Régime minimum acceptable du nourrisson et du jeune enfant
WASH	Eau, assainissement et hygiène (<i>Water, Sanitation and Hygiene</i>)
WEAI	Indice d'autonomisation des femmes dans l'agriculture (<i>Women's Empowerment in Agriculture Index</i>)



Chapitre 1

Arguments en faveur d'une gestion de l'eau tenant compte de la nutrition

Atteindre les Objectifs de développement durable des Nations unies requiert de nouvelles politiques, interventions et recherches prenant en compte les synergies et les arbitrages entre les objectifs de développement et appliquant des solutions intersectorielles pour relever les défis complexes (ONU, 2018). Les interventions dans un secteur peuvent renforcer et améliorer les résultats obtenus dans un autre. Les interventions de gestion de l'eau et d'irrigation fournissent aux agriculteurs une source d'eau plus fiable pour cultiver de la nourriture, augmentant ainsi les rendements et les profits agricoles et contribuant à la disponibilité et à l'accès à la nourriture, avec en fin de compte, un effet sur la santé et la nutrition des ménages. Les données du secteur agricole montrent toutefois que les interventions sont plus susceptibles d'avoir un effet direct sur les résultats nutritionnels lorsqu'elles s'attaquent intentionnellement à des facteurs importants pour la nutrition, comme celles qui intègrent la santé et l'eau, l'assainissement et les pratiques d'hygiène ou qui encouragent l'adoption de cultures biofortifiées pour remédier à des carences particulières en micronutriments (Ruel, Quisumbing et Balagamwala, 2018).

Les approches intégrées efficaces doivent également tenir compte des défis et des opportunités traversant différents secteurs, tels que ceux liés au changement climatique. Le changement climatique affecte largement les producteurs agricoles en modifiant la disponibilité de l'eau en raison de l'évolution de la pluviométrie, de la fréquence accrue et de l'intensité des sécheresses, des inondations et des tempêtes, et de l'augmentation des taux d'évapotranspiration. Tout cela augmentera la demande en eau des cultures et la nécessité de trouver des solutions de rechange

à l'irrigation pluviale dans de nombreuses régions du monde (Jiménez Cisneros et coll., 2014).

À l'échelle mondiale, les principales cultures de base devraient connaître, en moyenne, d'importantes baisses de rendement en raison du changement climatique (Wiebe et coll., 2015). Une croissance plus modeste des rendements pourrait entraîner une hausse des prix des denrées alimentaires et donc une moindre accessibilité financière des aliments, une diminution de la disponibilité de calories, des changements concomitants dans les régimes alimentaires et une augmentation de la malnutrition infantile en Afrique subsaharienne (Fanzo et coll., 2018 ; Ringler et coll., 2010 ; Springmann et coll., 2016). En outre, la valeur nutritionnelle des principales cultures de base devrait être affectée par le changement climatique (Beach et coll., 2019 ; Smith et Myers, 2017). Ces deux tendances constituent un défi pour les moyens de subsistance, la sécurité alimentaire et la nutrition.

L'irrigation constitue une stratégie essentielle pour atténuer ces risques. Une irrigation d'appoint peut stabiliser les rendements dans le cadre du changement climatique (Nangia et Oweis, 2016), réduisant ainsi potentiellement le besoin de secours d'urgence et aux indemnités d'assurance à la suite de chocs climatiques. Associées à des variétés de semences conçues pour répondre aux défis climatiques et aux besoins nutritionnels locaux (par exemple, à l'aide de la biofortification), les interventions d'irrigation pourraient également réduire les effets négatifs du changement climatique sur les résultats nutritionnels. L'irrigation à petite échelle s'est avérée rentable en Afrique subsaharienne dans un avenir climatique aussi bien plus sec que plus humide (en utilisant les scénarios climatiques les plus extrêmes

disponibles à l'époque), ainsi que pour des trajectoires alternatives de prix des cultures et de coûts de l'irrigation (Xie et coll., 2014). De même, les politiques et les investissements dans la gestion durable de l'eau peuvent atténuer les effets du changement climatique

en améliorant la qualité du capital naturel (par exemple, les sols, l'eau et les forêts) et en augmentant la résilience des écosystèmes soutenant la production agricole pour résister aux chocs et aux facteurs de stress climatiques (Tompkins et Adger, 2004).

Chapitre 2

Voies reliant l'irrigation et la gestion de l'eau aux résultats nutritionnels

Voie 1 : Amélioration de la production agricole



L'irrigation affecte la production agricole de différentes façons. Elle augmente la productivité des cultures et élargit l'éventail de celles que les agriculteurs peuvent cultiver, notamment les cultures plus sensibles au stress de la sécheresse, comme de nombreux légumes, ou celles qui ont des besoins en eau plus élevés, comme certains arbres fruitiers. Nombre d'entre elles ont également une valeur nutritionnelle plus élevée (Alaofè et coll., 2016 ; Burney et coll., 2013 ; De Fraiture et Giordano, 2014 ; Passarelli et coll., 2018).

Il a également été démontré que l'augmentation de la production de cultures nutritives grâce à l'irrigation accroît la disponibilité et l'accès aux aliments nutritifs pour la consommation domestique et les achats sur le marché (Burney et coll., 2010 ; De Fraiture et Giordano, 2014 ; Namara et coll., 2011 ; Namara, Upadhyay et Nagar, 2005). L'amélioration de l'accès à l'eau peut

bénéficier directement aux femmes et à leurs enfants, étant donné que l'augmentation des précipitations a été reliée à la diminution du risque d'insuffisance pondérale à la naissance pour les ménages agricoles, indépendamment de la richesse du ménage, de la saison des naissances ou du pays de résidence (Grace et coll., 2015).

Les résultats en matière de production et de nutrition dépendent du type d'intervention d'irrigation. Par exemple, des études sur la production de potagers familiaux irrigués au Burkina Faso ont montré que les programmes d'irrigation augmentaient la production de fruits et légumes, la sécurité alimentaire et la nutrition (Olney et coll., 2015). De même, Kabunga, Ghosh et Griffiths (2014) ont constaté qu'en Ouganda, les femmes des ménages agricoles produisant des fruits et légumes ont une consommation plus élevée de ces aliments et de meilleurs résultats en matière de nutrition et de santé.

Bien que l'irrigation semble accroître la diversité de la production et la consommation d'aliments riches en micronutriments produits à domicile (Alaofè et coll., 2016 ; Passarelli et coll., 2018), il existe moins de données sur le lien entre l'augmentation de la diversité de la production et l'amélioration de la diversité alimentaire. En général, les études affichent des résultats mitigés : dans certains cas, la diversification de la production entraîne une amélioration de la qualité des régimes alimentaires, tandis que dans d'autres, il n'en est pas de même (Sibhatu, Krishna et Qaim, 2015).

Il existe également peu de preuves du lien entre l'irrigation et la résilience aux chocs et facteurs de stress climatiques. Néanmoins, certaines études révèlent que les interventions d'irrigation influent sur la disponibilité et la stabilité de l'approvisionnement alimentaire en permettant de multiplier les saisons de culture,

y compris pendant les périodes sèches (Aseyehegn, Yirga et Rajan, 2012), et en réduisant les risques associés à la production pluviale (Fox et Rockström, 2003 ; Oweis et Hachum, 2006). Une étude réalisée en Afrique du Sud a montré que les agriculteurs pratiquant l'irrigation étaient moins susceptibles de percevoir le changement climatique, car l'irrigation atténue les sécheresses et le stress thermique (Gbetibouo, Hassan et Ringler, 2010), et une étude menée au Kenya a constaté que l'irrigation était la stratégie d'adaptation au changement climatique préférée des agriculteurs, identifiée par près de la moitié des agriculteurs interrogés (Bryan et coll., 2013).

En théorie, la combinaison de la production irriguée avec des pratiques améliorées de transformation et de stockage offrirait un potentiel encore plus grand d'amélioration de la stabilité de l'approvisionnement alimentaire. Des preuves supplémentaires sont nécessaires pour déterminer dans quelle mesure ces améliorations de la chaîne de valeur accroîtraient les avantages de l'irrigation.

Voie 2 : Augmentation du revenu des ménages



L'irrigation influence les résultats nutritionnels à travers une deuxième voie : celle du revenu. L'irrigation facilite la production et accroît les rendements de cultures de plus grande valeur, ce qui peut améliorer les revenus des exploitations grâce à la vente de ces produits. La documentation issue de différents contextes démontre que l'irrigation contribue à une hausse des revenus tirés de la production agricole (Burney et Naylor, 2012 ; Passarelli et coll., 2018).

Une évaluation d'un projet d'irrigation solaire au Bénin montre que les technologies modernes d'irrigation augmentent les dépenses de consommation et l'accumulation d'actifs tout en réduisant la pauvreté. Les dépenses des ménages engagés dans l'irrigation à énergie solaire étaient plus élevées, notamment celles consacrées aux achats alimentaires totaux, aux aliments nutritifs, aux soins de santé et à l'éducation (Alaofè et coll., 2016 ; Burney et Naylor, 2012). Des données provenant d'Éthiopie et de Tanzanie révèlent également des revenus plus élevés parmi les ménages pratiquant l'irrigation, entraînant une plus grande diversité alimentaire dans le cas de l'Éthiopie (Passarelli et coll., 2018). Plusieurs études soulignent également les avantages pour l'emploi générés par l'irrigation, qui étendent les avantages économiques et les résultats nutritionnels potentiels au-delà du ménage agricole (Namara et coll., 2011).

Des analyses ex ante effectuées à l'échelle régionale montrent également un potentiel considérable de gains économiques supplémentaires grâce au développement de l'irrigation en Afrique subsaharienne (Xie et coll., 2014 ; You et coll., 2011). Les gains de revenu peuvent être utilisés pour acheter des aliments qui améliorent l'état nutritionnel des membres du ménage, tels que des aliments d'origine animale comme la viande et les œufs, ou encore être employés pour payer des services de santé ou des frais de scolarité.

Voie 3 : Amélioration de l'alimentation en eau et de l'hygiène



L'irrigation a également le potentiel d'affecter l'environnement d'approvisionnement en eau, assainissement et hygiène (WASH - *Water Supply, Sanitation and Hygiene*). Il s'agit de la troisième voie à travers laquelle l'irrigation peut avoir une influence indirecte sur l'état nutritionnel, mais les données sur celle-ci sont rares. Les changements dans l'environnement WASH affectent les risques sanitaires, l'état de santé et l'utilisation des nutriments des aliments.

La relation entre le WASH et l'irrigation dépend des services disponibles, des sources d'eau et du système en place. Certains systèmes sont hybrides et combinent l'utilisation des eaux de pluie et d'irrigation, comme le captage des eaux de pluie. Les vecteurs pour la voie WASH ont différents points d'entrée dans les systèmes d'irrigation sur l'exploitation et hors de l'exploitation. Les interventions d'irrigation sur l'exploitation (telles que les réservoirs sur l'exploitation, l'irrigation par pompage ou au seau) utilisent des sources d'eau relativement restreintes, par rapport aux plus importantes infrastructures d'adduction d'eau d'irrigation situées en dehors de l'exploitation qui peuvent être à usages multiples tels que les loisirs ou l'eau potable. L'attention s'est concentrée sur la réutilisation des eaux usées pour l'irrigation, et à mesure que

des sources alternatives d'eau d'irrigation seront envisagées, de nouvelles données probantes seront recueillies pour cette voie.

La littérature suggère que de mauvaises conditions WASH, telles que la contamination fécale de l'environnement du ménage (Curtis, Cairncross et Yonli, 2000 ; Marquis et coll., 1990), les sols contaminés par des excréments humains et animaux (Curtis et coll., 2000; Pickering et coll., 2012), et l'élimination non sûre des selles des nourrissons et des enfants contribuent de manière significative au fardeau des maladies diarrhéiques (Mara et coll., 2010). Des épisodes répétés de diarrhée chez les jeunes enfants sont un facteur de retard de croissance (Checkley et coll., 2008). Des preuves démontrent une association entre les infections entériques et le retard de croissance, indépendamment des maladies diarrhéiques ou des mauvais régimes alimentaires en Gambie (Campbell, Elia et Lunn, 2003 ; Lunn, Northrop-Clewes et Downes, 1991).

L'irrigation peut améliorer l'accès des ménages à l'eau à des fins d'hygiène ou autres usages domestiques. Par exemple, van der Hoek, Feenstra et Konradsen (2002) ont montré qu'au Pakistan, l'utilisation d'eau d'irrigation à des fins domestiques peut significativement réduire les diarrhées et ainsi améliorer l'état nutritionnel des enfants. Cependant, dans certains cas, la qualité de l'eau d'irrigation peut ne pas convenir à la consommation humaine. En outre, mal gérée, l'irrigation peut accroître les risques sanitaires associés à une augmentation des maladies à transmission vectorielle liée aux eaux stagnantes ou peu mobiles (Keiser et coll., 2005). En outre, Audibert, Mathonnat et Henry (2003) ont montré que l'irrigation à grande échelle pouvait accroître la prévalence de parasites d'origine hydriques, qui réduisent le potentiel d'assimilation des nutriments. L'irrigation peut également intensifier le ruissellement de produits chimiques agricoles, tels que les engrais et les pesticides, qui peuvent affecter la qualité de l'eau et la santé des personnes (Mateo-Sagasta et coll., 2017). L'irrigation avec des eaux usées

mal traitées peut accroître l'exposition à des agents pathogènes entraînant des bilharzioses, diarrhées ou autres maladies (Amoah et coll., 2009). La mauvaise qualité de l'eau, due au ruissellement agricole ou à de médiocres pratiques WASH, accroît les risques d'infection et de maladie et en fin de compte, de sous-nutrition. Ainsi affaibli, l'organisme devient plus vulnérable aux infections et aux maladies, engendrant ainsi un cycle vicieux de mauvaise santé.

Voie d'impact 4 : Renforcement de l'autonomisation des femmes



Plusieurs études menées dans divers contextes ont identifié une relation entre l'autonomisation des femmes et l'amélioration des résultats de développement tels que l'état nutritionnel, la qualité du régime alimentaire et les dépenses d'éducation (Malapit et coll., 2015 ; Malapit et Quisumbing, 2015 ; Sraboni et coll., 2014 ; Yimer et Tadesse, 2015). Les interventions d'irrigation peuvent avoir une incidence sur l'autonomisation des femmes en modifiant leur contrôle sur les décisions relatives à la production agricole, aux revenus et à l'emploi du temps. Une augmentation du pouvoir de décision des femmes en matière de production et de revenu peut conduire à l'adoption de systèmes

d'irrigation leur procurant des avantages, tels qu'une réduction de leur charge de travail, et avoir des répercussions sur leur santé et leur état nutritionnel et sur ceux de leurs enfants.

Des données récentes suggèrent que le lien entre l'irrigation et l'autonomisation des femmes est spécifique au contexte. Dans certains cas, les normes sociales et d'autres obstacles empêchent les femmes de tirer directement profit des interventions d'irrigation, en raison de leur contrôle limité sur la technologie et les revenus tirés de la vente des produits irrigués (Theis et coll., 2018). Dans d'autres contextes, les activités d'irrigation ciblant les femmes, telles que les potagers familiaux irrigués, ont montré qu'elles augmentaient le contrôle des femmes sur les produits irrigués et les revenus.

Cela a des répercussions sur leur capacité à prendre soin de leurs enfants et peut avoir des conséquences nutritionnelles négatives. Par exemple, on sait que l'augmentation de la charge de travail agricole des femmes enceintes accroît le risque de naissance prématurée (Owens et coll., 2015). La littérature montre que la mesure dans laquelle l'irrigation affecte le travail des femmes varie, certaines études suggérant qu'un alourdissement de la charge de travail entraîne des résultats nutritionnels médiocres (Riley et Krogman, 1993 ; Steiner-Asiedu et coll., 2012), tandis que d'autres constatent des gains de temps ou une réaffectation du travail vers les hommes (Bryan, 2019).

En ce qui concerne la voie de la production, les femmes ont des préférences différentes de celles des hommes quant aux types de cultures à planter et à la manière d'utiliser la production - par exemple, la vendre au marché ou la consommer à la maison (Carr, 2008). Les femmes produisant souvent des cultures destinées à la consommation domestique, il a été démontré que les interventions ciblant les femmes autour des potagers domestiques irrigués améliorent les résultats nutritionnels dans certains contextes (Burney et coll., 2010 ; Iannotti, Cunningham et Ruel, 2009 ; Olney et coll.,

2009, 2015). De même, en ce qui concerne la voie du revenu, les femmes ont également des préférences différentes de celles des hommes quant à la manière de dépenser le revenu, et elles ont tendance à donner la priorité aux achats de nourriture et aux soins de santé (Gillespie, Harris et Kadiyala, 2012 ; Meinzen-Dick et coll., 2012). Des études de projets d'irrigation ciblant des groupes de femmes ont montré que les femmes contrôlent souvent les revenus issus de la vente des produits cultivés sous irrigation sur leurs parcelles (Burney et coll., 2010 ; van den Bold, Quisumbing et Gillespie, 2013).

En ce qui concerne la voie de l'approvisionnement en eau, les femmes ont tendance à préférer les systèmes d'eau à usage multiple (MUS - *multiple-use water systems*) proches de l'exploitation familiale et fournissant de l'eau à des fins à la fois productives et domestiques. Ces systèmes permettent d'épargner du temps et de l'énergie et peuvent améliorer l'environnement WASH,

en fonction de la qualité de l'eau et de la façon dont elle est gérée (Theis et coll., 2018 ; van Koppen et coll., 2009). En outre, la réduction du temps que les personnes s'occupant des enfants passent à aller chercher de l'eau diminue les cas de diarrhée et améliore les résultats nutritionnels des moins de 5 ans (Pickering et Davis, 2012) grâce à l'amélioration des pratiques d'hygiène (Aiello et coll., 2008 ; Motarjemi et coll., 1993), au temps supplémentaire à consacrer aux enfants (Burger et Esrey, 1995 ; Cairncross et Cuff, 1987 ; Diaz, Esrey et Hurtado, 1995 ; Miller et Urdinola, 2010) ou à des activités génératrices de revenus (Koolwal et Van de Walle, 2013). Certaines études montrent toutefois que l'irrigation réduit le temps que les mères consacrent aux activités ménagères telles que la cuisine et les soins aux enfants (Bénéfice et Simondon, 1993 ; Brun, Reynaud et Chevassus-Agnès, 1989 ; Vaughan et Moore, 1988), avec des conséquences négatives potentielles sur la nutrition.



Chapitre 3

L'environnement favorable : infrastructure, institutions et information

Quelles sont les voies importantes ? Les études qui examinent le lien entre l'irrigation et les résultats nutritionnels ne considèrent pas nécessairement les voies de causalité. Par exemple, une étude menée au Mali a mis en évidence des augmentations de la consommation totale et de l'apport en calories et en protéines chez les ménages pratiquant l'irrigation, même si les voies menant à ces résultats ne sont pas claires (Dillon, 2008). Passarelli et coll. (2018) ont étudié les changements dans la diversité alimentaire dus à la voie liée au revenu et de production, et ont constaté que l'irrigation était associée à une diversité alimentaire accrue en Éthiopie en raison de l'augmentation des revenus permise par l'irrigation, plutôt que d'une augmentation de la diversité de la production. Toutefois, les résultats n'étaient pas significatifs en Tanzanie. Plus d'éléments probants doivent être collectés pour déterminer les voies et les conditions dans lesquelles la production change et les revenus augmentent grâce à l'amélioration de la qualité de l'alimentation et des résultats nutritionnels dus à l'irrigation.

En plus des changements et de la dynamique des ménages, les liens entre l'irrigation et la nutrition sont également façonnés par l'environnement favorable, y compris la disponibilité et la gestion des ressources naturelles, l'accès aux marchés, les infrastructures, les institutions et les normes sociales. Par exemple, des marchés, des infrastructures de transport et de logistique et des chaînes de valeur bien développées peuvent accroître à la fois les revenus des agriculteurs tirés de la vente de produits, et l'accès des consommateurs à des aliments nutritifs. Les normes et les connaissances relatives à la nutrition déterminent quelle part de leurs revenus les consommateurs consacrent aux biens et services améliorant la

nutrition et la santé, et dans quelle mesure ils fournissent des soins appropriés aux nourrissons et aux jeunes enfants.

Les institutions à niveaux multiples, allant de l'État aux organisations communautaires, façonnent l'environnement favorable à l'irrigation, à la nutrition et à la santé, en servant de plateformes de gouvernance (y compris pour les lois et règlements visant à protéger les ressources naturelles, telles que l'eau, ainsi que la santé humaine), en renforçant, gérant et suivant les organismes, et en diffusant l'information. De nombreux ouvrages traitent du rôle des institutions dans l'obtention d'une quantité et d'une qualité d'eau adéquates pour la production agricole et d'autres utilisations de l'eau, que ce soit par une gestion collective des eaux souterraines en Inde (Meinzen-Dick et coll., 2016), des transferts d'eau en Chine (Khan, Hanjra et Mu, 2009), une gestion des bassins fluviaux dans des systèmes hydrologiques transfrontaliers, des associations d'utilisateurs de l'eau pour promouvoir l'utilisation efficace et équitable des flux d'irrigation, ou la promotion de technologies d'irrigation économes en eau.

Les options de gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) agissent sur l'environnement favorable à la sécurité alimentaire et à la nutrition à travers des changements dans la qualité, la quantité et la stabilité de l'approvisionnement en eau, en influençant la distribution des actifs d'infrastructure (par exemple, les structures de collecte de l'eau), en exploitant des plateformes institutionnelles pour communiquer sur les changements sociaux et comportementaux liés à la nutrition et l'inclusion sociale, et en utilisant des systèmes d'information (par exemple, la surveillance des eaux souterraines et les services hydrologiques et météorologiques) pour suivre la qualité de l'eau et fournir des indicateurs

d'alerte précoce pour les menaces et les catastrophes liées à l'eau (par exemple, les inondations et les maladies infectieuses qu'elles provoquent). La GIRE peut jouer un rôle important dans la gestion efficace des inondations, qui peut être essentielle pour accroître la fertilité des sols et la productivité agricole tout en atténuant les dommages causés à l'agriculture, aux pêches et aux infrastructures. Ces facteurs institutionnels

n'influençant pas directement les résultats nutritionnels, aucune littérature ne les relie aux résultats nutritionnels. Toutefois, si les décideurs et autres parties prenantes disposaient d'une meilleure compréhension des liaisons entre l'irrigation et la nutrition et du rôle de la gestion de l'eau, la probabilité augmenterait que l'eau agricole soit disponible et utilisée de manière à améliorer les résultats nutritionnels.

Chapitre 4

Points de départ pour l'amélioration des résultats nutritionnels

L'ensemble des preuves des liens entre l'irrigation, la gestion de l'eau et la nutrition nous fournit d'importants indices sur les améliorations tenant compte de la nutrition, susceptibles d'avoir les plus forts impacts sur la nutrition des jeunes enfants. Les approches suivantes sont recommandées pour améliorer l'impact nutritionnel des investissements dans l'irrigation et la gestion de l'eau.

Intégrer les considérations nutritionnelles dès la conception des projets

L'étape de conception des projets est un bon moment pour considérer les objectifs nutritionnels du projet et intégrer ces considérations. Par exemple, l'une d'elles peut être d'investir en priorité dans une zone du pays confrontée à des défis en matière d'insécurité alimentaire ou d'accès à l'eau. Une autre possibilité est de se concentrer sur les régions où un grand nombre de jeunes enfants sont sous-alimentés. Ces zones sont également susceptibles d'abriter d'autres interventions liées à la nutrition, offrant ainsi la possibilité de converger géographiquement et de tirer parti de plateformes communautaires communes.

Les décisions relatives au choix des cultures peuvent également intervenir au stade de la conception. La compréhension du profil nutritionnel de la population bénéficiaire - comme la prévalence et les types de carences en micronutriments (par exemple, le manque de sources alimentaires riches en vitamine A ou en fer), les carences dans la consommation de certains groupes d'aliments, et la diversité du régime alimentaire - peut permettre de déterminer quelles cultures pourraient apporter à la fois des revenus et des avantages nutritionnels.

Maintien et amélioration de la base de ressources naturelles

Les moyens de subsistance productifs et la résilience, qui sont essentiels à la sécurité alimentaire et à la nutrition, dépendent de la qualité et de la disponibilité des terres, des sols et des ressources en eau. Les activités de conservation et de restauration, notamment les programmes de reboisement, la restauration des zones humides ou les bandes tampons visant à réduire le ruissellement des nutriments et des sédiments des terres agricoles vers les cours d'eau, peuvent avoir une incidence sur la sédimentation en aval, le ruissellement, la pêche et la productivité agricole. Les politiques relatives à l'eau transfrontalière doivent également tenir compte de la sécurité alimentaire et des implications nutritionnelles de la disponibilité, de la qualité et de la continuité de l'approvisionnement en eau pour tous les utilisateurs.

Équiper les coopératives, la vulgarisation agricole et les associations d'utilisateurs de l'eau avec des considérations nutritionnelles et diététiques

Une communication sur le changement de comportement (CCC) spécifique à la nutrition est nécessaire pour faire évoluer les pratiques nutritionnelles. Pour être efficace, elle exige toutefois beaucoup de temps et d'engagement de la part du personnel et des bénéficiaires (Ruel, Quisumbing et Balagamwala, 2018). La fréquence ou la qualité de l'information de la CCC est souvent trop faible, elle ne tient pas assez compte de la culture des personnes visées, et/ou est insuffisante pour lever les obstacles à l'amélioration des pratiques nutritionnelles. L'utilisation des plateformes existantes

Points de départ pour l'amélioration des résultats nutritionnels

1

Intégrer les considérations nutritionnelles dès la phase de conception

2

Maintenir et améliorer la base de ressources naturelles

3

Équiper les coopératives, la vulgarisation agricole et les AUE avec des considérations nutritionnelles et diététiques

7

Concevoir des systèmes d'eau à usage multiple sûrs et culturellement appropriés



L'ensemble des preuves des liens entre l'irrigation, la gestion de l'eau et la nutrition nous fournit d'importants indices sur les améliorations tenant compte de la nutrition, susceptibles d'avoir les plus forts impacts sur la nutrition des jeunes enfants. Les approches suivantes sont recommandées pour améliorer l'impact nutritionnel des investissements dans l'irrigation et la gestion de l'eau.

4

Exploiter les plateformes communautaires pour diffuser des messages sur la nutrition

5

Faire participer les femmes aux interventions d'irrigation

6

Promouvoir les cultures riches en nutriments et intégrer les potagers familiaux

8

Intégrer les investissements en irrigation dans la prestation de services ruraux et les filets sociaux de sécurité



pour faire passer des messages liés à la nutrition des ménages pourrait être un moyen rentable d'atteindre les populations cibles. Les informations sont partagées avec les agriculteurs à travers différents médias et services de vulgarisation. Une meilleure coordination entre les agents de vulgarisation agricole et sanitaire et les systèmes d'information pourrait permettre de diffuser des messages complémentaires et coordonnés en temps opportun. Les organisations associatives développant le capital social, telles que les organisations de bassins fluviaux, peuvent également servir de plateforme pour diffuser des formations et une éducation à la nutrition et à la santé. Les sujets abordés pourraient inclure les régimes alimentaires sains, la planification des ressources et les pratiques de stockage des aliments pour garantir la disponibilité de la nourriture tout au long de l'année, la sécurité alimentaire et l'hygiène. L'identification d'approches ciblant l'information à la fois sur les hommes et les femmes augmenterait la probabilité d'adhésion.

Exploiter les plateformes communautaires pour diffuser des messages sur la nutrition

De l'information et des messages peuvent être communiqués à travers d'autres plateformes communautaires ciblant les femmes enceintes et les ménages avec de jeunes enfants pour promouvoir une alimentation saine et nutritive dans les familles, et le message pourrait être renforcé à l'aide de plateformes liées à l'irrigation. Les écoles, les centres de santé, les groupes d'épargne, etc., existent dans la plupart des communautés.

Faire participer les femmes aux interventions d'irrigation

L'inclusion des femmes recoupe toutes les voies permettant d'influencer les résultats nutritionnels. Les données montrent que les interventions d'irrigation ciblant les femmes peuvent améliorer la qualité du régime alimentaire et les résultats nutritionnels dans certains contextes (Burney et coll., 2010 ; Iannotti,

Cunningham et Ruel, 2009 ; Olney et coll., 2009). Par exemple, les femmes sont plus susceptibles de prendre des décisions liées à la nutrition dans le foyer, de sorte qu'elles sont plus susceptibles de mettre de côté des cultures riches en nutriments pour la consommation du ménage, ou de dépenser davantage pour des aliments sains et d'autres intrants procurant de meilleurs résultats nutritionnels. Des améliorations de la disponibilité de l'eau et une diminution du temps passé à irriguer, grâce à des investissements dans l'irrigation, pourraient libérer un temps que les femmes pourront consacrer à prodiguer des soins ou à entreprendre des activités productives, contribuant ainsi à de meilleurs résultats à la maison. Enfin, l'inclusion des femmes comme bénéficiaires des investissements dans l'irrigation peut influencer leur autonomisation dans plusieurs domaines. Cela dépend de nombreux facteurs, notamment le contrôle exercé par les femmes sur les décisions concernant les technologies adoptées et la manière de les utiliser, qui effectue le travail d'irrigation, et qui contrôle la production irriguée et les revenus tirés de la vente des cultures irriguées (Passarelli et coll., 2018 ; Theis et coll., 2018). L'identification d'interventions réduisant le temps consacré par les femmes et soutenant leur autorité sur la production irriguée peut ainsi contribuer à accélérer les gains nutritionnels et à accroître les avantages.

Promouvoir des cultures riches en nutriments et intégrer les potagers familiaux dans les projets d'irrigation

La promotion de cultures riches en nutriments peut entraîner des améliorations de la nutrition des ménages, lorsqu'une partie de cette production est consacrée à la consommation des ménages ou que ces cultures sont vendues sur les marchés locaux, profitant ainsi à une plus large population. Cela inclut la promotion de cultures biofortifiées pour remédier aux carences en micronutriments.

Dans certaines régions d'Afrique, l'irrigation est utilisée pour produire du fourrage pour le bétail

(Frenken, 2005). La production de fourrage irrigué peut augmenter la productivité du bétail et des produits laitiers et ainsi accroître l'offre d'aliments d'origine animale et l'apport en protéines pour les jeunes enfants (Murphy et Allen, 2003).

La promotion des potagers familiaux parallèlement aux interventions d'irrigation peut être un moyen explicite d'encourager un régime alimentaire plus diversifié dans les familles. Plusieurs études ont détecté une relation positive entre les potagers familiaux et la consommation de fruits et légumes (Berti, Krasevec et Fitzgerald, 2004 ; Masset et coll., 2012 ; Ruel, Quisumbing et Balagamwala, 2018). Bien que ces études n'évaluent pas spécifiquement les effets de l'irrigation sur la nutrition, d'autres ont révélé que l'ajout de l'irrigation et de l'accès à l'eau durant toute l'année accroît l'utilisation des potagers familiaux et à petite échelle, ainsi que les produits de ces sources alimentaires (Bhagowalia, Headey et Kadiyala, 2012 ; Hirvonen et Headey, 2018 ; Olney et coll., 2013).

Concevoir des systèmes d'eau à usage multiple sûrs et culturellement appropriés

L'eau d'irrigation est parfois utilisée à des fins domestiques lorsque l'accès à d'autres sources d'eau

domestique est, de manière saisonnière, limité ou inexistant (Domènech, 2015 ; Ensink et coll., 2002 ; Meinzen-Dick, 1997 ; van Koppen et coll., 2009). Les systèmes d'eau conçus à des fins multiples peuvent réduire le temps global consacré à la collecte de l'eau, libérant ainsi du temps pour des utilisations productives et pour les soins, deux facteurs qui contribuent à de meilleurs résultats nutritionnels. Les infrastructures d'irrigation ne sont toutefois généralement pas conçues pour collecter ou distribuer de l'eau pour la consommation domestique, ce qui peut avoir des effets aussi bien positifs que négatifs sur la santé (Domènech, 2015). Les systèmes formels d'eau à usage multiple (MUS - *multiple-use water system*) sont conçus pour satisfaire les besoins à la fois domestiques et de l'irrigation et ont, dès lors, la capacité d'améliorer la santé et les résultats nutritionnels de diverses manières (voir encadré 4.1) (van Koppen et coll., 2009).

Intégrer l'irrigation dans les plateformes communautaires pour la prestation des services ruraux

Les programmes de protection sociale et de moyens de subsistance utilisent des plateformes communautaires pour fournir des infrastructures à petite échelle, ainsi que des filets de sécurité financiers protégeant les

ENCADRÉ 4.1. Renforcer la sécurité et la résilience de l'eau en Somalie

Le projet « Eau pour la productivité et la résilience agropastorales » vise l'eau pour la productivité des cultures et du bétail et pour la résilience des communautés. La Somalie est soumise à des cycles répétés de sécheresses dévastatrices, se produisant en moyenne tous les quatre ans, et a connu cinq inondations majeures entre 2006 et 2018, qui ont affecté des centaines de milliers de personnes. Lors de la dernière sécheresse de 2016-2017, 6,2 millions de Somaliens ont eu besoin d'une aide humanitaire et près de 400 000 cas de malnutrition infantile aiguë ont été signalés. Les pertes de bétail ont été estimées à 2 milliards de dollars EU, les éleveurs perdant entre 40 et 60% de leurs troupeaux. Le projet proposé donnera accès à des ressources en eau à usages multiples (pour la consommation humaine, le bétail et l'irrigation à petite échelle) dans les terres arides de Somalie. Les infrastructures hydrauliques à petite échelle seront conçues pour, à la fois, améliorer la santé humaine et fournir de l'eau à des fins productives, notamment la production agricole et les services d'agroforesterie pour la restauration des paysages.

ménages des chocs et fournissant des ressources pour leur rétablissement (voir encadré 4.2). Ces programmes utilisent souvent des systèmes permettant un ciblage à la fois géographique et démographique (les 1 000 premiers jours de la vie d'un enfant) des services liés à la nutrition sans engendrer de coûts supplémentaires. Ces services peuvent comprendre :

- Construction et/ou réhabilitation d'infrastructures d'irrigation à petite échelle ;
- Produits d'assurance sécheresse permettant aux ménages de se remettre de chocs météorologiques imprévus ;
- Promotion des potagers familiaux pour diversifier le régime alimentaire des ménages ;

- Messages tenant compte de la nutrition concernant les régimes alimentaires sains, la planification des ressources et les pratiques de stockage des aliments, la sécurité alimentaire et l'hygiène.

L'intégration de l'infrastructure et des services d'irrigation dans les programmes de protection sociale et de moyens de subsistance peut se heurter à des limites si ces programmes ne sont pas équipés pour satisfaire les besoins de capacités institutionnelles requises pour assurer la prestation des services. Par exemple, sans un appui opérationnel et d'entretien adéquat pour maintenir les infrastructures d'irrigation en bon état, celles-ci peuvent tomber en panne, amenant ainsi les ménages à revenir à des méthodes d'irrigation à forte intensité de main-d'œuvre.

ENCADRÉ 4.2. Relier les projets de travaux publics à la gestion de l'eau et à l'irrigation

Le Projet de filets sociaux productifs (PFSP) de l'Éthiopie est un élément central de l'agenda de développement en faveur des pauvres du Gouvernement éthiopien. La Banque mondiale soutient le PFSP à l'aide d'un instrument de prêt à des politiques adaptables (APL - *Adaptable Policy Lending*) dont l'objectif global de développement est de réduire la vulnérabilité des ménages, d'améliorer la résistance aux chocs et de promouvoir le développement communautaire durable dans les zones d'insécurité alimentaire de l'Éthiopie rurale. Le projet cible les ménages en situation d'insécurité alimentaire chronique avec des transferts de filet de sécurité conditionnés par l'achèvement de travaux publics et/ou des conditions liées à la santé et à la nutrition. Actuellement dans sa quatrième phase (PFSP IV), le projet a continuellement exploité les données issues des évaluations d'impact en cours et des études ciblées pour éclairer la conception de la mise en œuvre et améliorer les résultats.

Par exemple, en 2011 et 2012, les évaluations d'impact du PFSP ont démontré que le fait de lier les travaux publics, tels que la construction de routes et de digues, aux investissements dans les moyens de subsistance, tels que l'irrigation à petite et micro échelle, la collecte de l'eau et la conservation des sols et de l'eau, produit des impacts plus importants. L'irrigation à petite échelle à partir de sources d'eau développées par le PFSP a permis de développer le cheptel de 4 à 12% des ménages et d'accroître les revenus de 4 à 25%. Par rapport à la culture pluviale, les projets d'irrigation à petite et micro échelle ont généré un rendement supplémentaire de 3 652 birrs éthiopiens par hectare et par an (soit environ 125 dollars EU), contribuant ainsi de manière substantielle aux moyens de subsistance et à la sécurité alimentaire des ménages. Sur la base de ces résultats, une prochaine phase du PFSP prévoit de relier méthodiquement la conception des travaux publics à l'accès aux services de subsistance.

Chapitre 5

Guide pratique pour le suivi et l'évaluation tenant compte de la nutrition

Malgré des preuves croissantes, la capacité potentielle de l'irrigation et de la gestion de l'eau tenant compte de la nutrition d'affecter les résultats nutritionnels n'a pas été entièrement explorée (Domènech, 2015). Les données sont principalement fondées sur l'observation, avec seulement quelques évaluations d'impact rigoureuses des liens le long des voies reliant les interventions d'irrigation aux résultats nutritionnels. La constitution de cette base de données probantes nécessite d'améliorer les efforts existants de suivi et d'évaluation afin de saisir les impacts le long des principales voies d'obtention des résultats nutritionnels. Le tableau 5.1 présente un ensemble d'indicateurs du cadre de résultats, reliant chaque voie aux opérations de prêt tenant compte de la nutrition apportant un appui. Ces indicateurs peuvent également être utilisés pour les composantes d'irrigation des projets agricoles et d'autres secteurs. Les indicateurs sélectionnés devront être adaptés au contexte du projet, notamment à la disponibilité des données, aux composantes du projet et aux capacités de suivi et d'évaluation.

Indicateurs des voies production et revenu

Comme le montre le cadre, l'une des principales voies d'amélioration de la nutrition passe par des changements dans la production alimentaire. Les indicateurs tenant compte de la nutrition, proposés dans le tableau 5.1 sont conformes aux indicateurs traditionnels des projets d'irrigation, mais en concentrent la mesure sur 1) la portée du projet parmi les populations vulnérables sur le plan nutritionnel ou 2) la production de cultures riches en nutriments. D'autres indicateurs tenant compte de la nutrition mesurent si des augmentations de la production agricole (voie de la production) et/ou des revenus

agricoles (voie du revenu) ont entraîné des changements dans le régime alimentaire des ménages.

Part de la zone bénéficiaire et/ou des utilisateurs d'eau souffrant d'insécurité alimentaire dans la base de référence

Les premiers indicateurs tenant compte de la nutrition mesurent la couverture du projet auprès des populations vulnérables en situation d'insécurité alimentaire et sont recommandés pour les projets ciblant ces communautés avec des services d'irrigation. L'insécurité alimentaire des ménages peut être mesurée à l'aide de l'échelle de l'accès déterminant l'insécurité alimentaire des ménages (HFIAS - *Household Food Insecurity Access Scale*) ou de l'échelle de mesure de l'insécurité alimentaire vécue (FIES - *Food Insecurity Experience Scale*).¹ Toutes deux peuvent être générées à l'aide d'un court module d'enquête auprès des ménages. La HFIAS saisit les manifestations comportementales et psychologiques de l'insécurité alimentaire des ménages, comme le fait de devoir réduire le nombre de repas consommés ou de diminuer la qualité de la nourriture en raison du manque de ressources. De même, la FIES saisit le degré de gravité de l'insécurité alimentaire au niveau de l'individu ou du ménage. Ces deux mesures sont utiles pour informer le ciblage de la population et pour suivre et évaluer les activités liées à l'accès à l'alimentation.

Production, intensité et diversité moyennes des cultures

Il a été démontré que l'irrigation augmente le rendement des cultures, la première étape de la chaîne de production. Les rendements obtenus par les ménages pratiquant l'irrigation peuvent être utilisés pour mesurer les effets de celle-ci sur la production

TABEAU 5.1. Indicateurs tenant compte de la nutrition pour les opérations de prêt à l'irrigation et à la gestion de l'eau

Indicateurs clés de résultats pour les opérations d'irrigation	Indicateurs clés de résultats supplémentaires pour les opérations d'irrigation tenant compte de la nutrition	Source des données et calculs	Peut être ventilé par sexe
Voie de la production			
Superficie dotée de services d'irrigation ou de drainage nouveaux ou améliorés (ha) ^a	Part de la superficie dotée de services d'irrigation ou de drainage nouveaux ou améliorés, qui était au départ en situation d'insécurité alimentaire (%)	Données recueillies au niveau projet par les organismes d'exécution ; calcul de la HFIAS dans la zone du projet dans la base de référence (voir ci-dessous)	
Utilisateurs de l'eau bénéficiant de services d'irrigation ou de drainage améliorés	Utilisateurs de l'eau bénéficiant de services d'irrigation ou de drainage améliorés, qui étaient au départ en situation d'insécurité alimentaire (%)	Données recueillies au niveau projet par les organismes d'exécution ; calcul de la HFIAS dans la base de référence (voir ci-dessous)	
Production moyenne des cultures	Production et diversité moyennes des cultures (ventilées par type de culture riche en nutriments)	Données recueillies au niveau projet par les organismes d'exécution; modules de l'EPCV (enquête permanente sur les conditions de vie) sur la production des cultures dans la zone du projet	✓
Intensité moyenne des cultures	Intensité moyenne des cultures riches en nutriments (%)	Données recueillies au niveau projet par les organismes d'exécution	
Aucune	Mois de production agricole par culture riche en nutriments (nombre)	Données recueillies au niveau projet par les organismes d'exécution	
Augmentation de la production agricole vendue (%)	Augmentation de la production agricole riche en nutriments vendue (%)	Données recueillies au niveau projet par les organismes d'exécution	
Aucune	Total des potagers familiaux créés (nombre)	Données recueillies au niveau projet par les organismes d'exécution	
Aucune	Disponibilité de cultures riches en nutriments sur le marché local	Évaluation de référence et de suivi du marché	
Aucune	Bénéficiaires déclarant une consommation accrue d'aliments riches en nutriments (%)	Enquête de référence et de suivi auprès des ménages	
Voie du revenu			
Aucune	Agriculteurs ciblés déclarant un revenu agricole accru (%)	Données recueillies au niveau projet par les organismes d'exécution	✓
Voie WASH			
Personnes disposant d'un accès à des sources d'eau améliorées	Aucune	Données recueillies au niveau projet par les organismes d'exécution	✓
Personnes disposant d'un accès à un assainissement amélioré	Aucune	Données recueillies au niveau projet par les organismes d'exécution	✓
Réduction du temps consacré à la collecte de l'eau (heures)	Aucune	Enquête de référence et de suivi auprès des ménages	✓

le tableau continue à la page suivante

TABLEAU 5.1. (suite)

Indicateurs clés de résultats pour les opérations d'irrigation	Indicateurs clés de résultats supplémentaires pour les opérations d'irrigation tenant compte de la nutrition	Source des données et calculs	Peut être ventilé par sexe
Voie d'autonomisation des femmes			
Agriculteurs atteints par les actifs ou les services agricoles **	Agricultrices atteintes par les actifs ou les services agricoles **	Données recueillies au niveau projet par les organismes d'exécution	✓
Agriculteurs adoptant des technologies agricoles améliorées	Agricultrices adoptant des technologies et/ou des équipements agricoles améliorés (%)	Données recueillies au niveau projet par les organismes d'exécution	✓
	Femmes fournissant des services de vulgarisation ou d'autres services coopératifs agricoles (%)	Données recueillies au niveau projet par les organismes d'exécution	✓
Environnement favorable			
Stratégie ou politique d'irrigation élaborée et approuvée	Stratégie ou politique d'irrigation intégrant des mesures de sécurité alimentaire et de nutrition élaborée et approuvée	Données de niveau projet	
Plan de bassin établi ou amélioré	Plan de bassin répondant aux objectifs de sécurité alimentaire et de nutrition, établi ou amélioré	Données de niveau projet	
Érosion réduite et qualité de l'eau améliorée	Aucune	Données de niveau projet ou SIG	
	Ménages recevant des messages comportementaux sur une alimentation et une nutrition saines (nombre)	Données recueillies au niveau projet par les organismes d'exécution	
	Agents de vulgarisation formés à l'alimentation et la nutrition saines (nombre)	Données recueillies au niveau projet par les organismes d'exécution	✓

Remarque : HFIAS = Échelle de l'accès déterminant l'insécurité alimentaire des ménages (*Household Food Insecurity Access Scale*) ; EPCV = Enquête permanente sur les conditions de vie ; SIG = système d'information de gestion ; WASH = Eau, assainissement et hygiène (*Water, Sanitation and Hygiene*).

a. Indicateur sectoriel principal

agricole, et la ventilation de ces rendements par type de culture montre comment l'irrigation permet aux agriculteurs de cultiver des produits plus riches en nutriments. Les interventions d'irrigation peuvent directement promouvoir l'adoption d'aliments riches en micronutriments, tels que les légumes verts à feuilles ou les patates douces à chair orange, mais même en l'absence de promotion de ceux-ci, les agriculteurs peuvent choisir de les planter pour des raisons pratiques et économiques.

Le rendement des cultures par unité de surface est un indicateur traditionnellement utilisé pour déterminer la productivité des terres cultivées.

Le rendement est un bon indicateur de la productivité des terres pour les systèmes de culture dotés d'un schéma de plantation systématique. Toutefois, dans les systèmes de culture plus complexes comptant plusieurs cultures par parcelle, des mesures telles que la valeur de la production agricole par unité de surface peuvent être utilisées pour déterminer la productivité de la production. Étant donné que l'irrigation étend également la période de culture à la saison sèche, le décompte des cultures au cours d'une saison ou d'une année de production permet de saisir les différences entre les ménages produisant des cultures irriguées pendant la saison sèche (en plus de la production

pluviale) et ceux dépendant des précipitations. Cela peut fournir une mesure de la stabilité de l'approvisionnement alimentaire tout au long de l'année.

Les données servant à calculer la production des cultures, la diversité et la valeur de la production peuvent être recueillies au moyen d'enquêtes auprès des ménages agricoles, comme celles menées par l'enquête permanente sur les conditions de vie.² Ces modules peuvent également être utilisés pour mesurer la part de la production consacrée à la consommation, à la vente, aux semences, etc.

Diversité alimentaire au niveau du marché

Le mauvais fonctionnement des marchés dans les zones rurales pourrait constituer un facteur important influençant l'accès et la consommation d'aliments diversifiés par les populations locales, mais cette information n'est pas saisie par les indicateurs de diversité alimentaire au niveau des ménages. La diversité des aliments disponibles sur les marchés locaux, appelée score de diversité alimentaire au niveau du marché (MLDD) par Pingali et coll. (2014), est donnée par le nombre d'aliments ou de groupes d'aliments distincts disponibles sur un marché local à un moment donné. Bien que cet indicateur n'ait pas été entièrement développé ni largement utilisé, il permet de combler une lacune dans les données sur les facteurs, tels que la disponibilité et l'accès aux aliments, qui influencent la diversité alimentaire des ménages et des personnes.³

Diversité alimentaire des ménages

Les évolutions de la production agricole et l'augmentation des revenus tirés de l'agriculture peuvent amener les ménages à modifier leur régime alimentaire. La qualité de celui-ci, mesurée par l'augmentation de l'apport en micronutriments tels que la vitamine A, le fer et le zinc, peut montrer les améliorations de l'état nutritionnel associées aux interventions d'irrigation. Les indicateurs suivants rendent compte de la diversité alimentaire des différents membres du ménage.⁴

L'apport en micronutriments peut également être calculé pour chaque membre du ménage.

Diversité alimentaire minimale pour les femmes. Le score de diversité alimentaire minimale pour les femmes (MDD-W - *Minimum Dietary Diversity for Women*) est un indicateur de diversité alimentaire validé pour les femmes en âge de procréer (15 à 49 ans). Les femmes ayant consommé au moins 5 des 10 groupes alimentaires possibles sur une période de rappel de 24 heures sont considérées comme bénéficiant d'une diversité alimentaire minimale adéquate. Les données sont recueillies à l'aide d'un questionnaire administré à des femmes appartenant à la tranche d'âge considérée.

Régime minimum acceptable pour le nourrisson et le jeune enfant. L'indicateur de régime minimum acceptable pour le nourrisson et le jeune enfant (RMANJE) est l'un des huit indicateurs de base utilisés pour évaluer les pratiques d'alimentation du nourrisson et du jeune enfant (ANJE), élaborés par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Cet indicateur est calculé pour les enfants allaités et non allaités. Il s'agit d'un indicateur composite basé sur deux composantes : la diversité alimentaire minimale et la fréquence minimale des repas. Cet indicateur doit être ventilé et rapporté pour les groupes d'âge suivants : 6 à 11 mois, 12 à 17 mois et 18 à 23 mois.

Apport en micronutriments (vitamine A, fer et zinc). La carence en micronutriments reste un problème répandu dans les économies à faible revenu, en particulier pour le fer, la vitamine A et le zinc. Ces nutriments sont essentiels non seulement pour assurer une croissance et un développement adéquats des nourrissons et des enfants, mais aussi pour garantir la productivité, des grossesses saines et une bonne santé cognitive et physique générale chez les adultes. L'apport individuel en micronutriments peut être un indicateur utile pour évaluer la nécessité ou l'effet d'interventions spécifiques aux nutriments, notamment les projets d'irrigation tenant compte de la nutrition, la biofortification et la supplémentation. En outre, si des

données sur l'apport en micronutriments sont disponibles pour tous les membres d'un ménage, cet indicateur peut mettre en lumière la dynamique de l'allocation de la nourriture au sein du ménage. Pour estimer l'apport journalier individuel en micronutriments, il faut disposer de données provenant d'une méthode quantitative de rappel alimentaire de 24 heures ou d'un enregistrement de la pesée des aliments.⁵

Revenu agricole et bénéfices des exploitations

L'augmentation du revenu des ménages est l'une des principales voies par lesquelles l'irrigation peut améliorer les résultats nutritionnels, en particulier lorsque ce revenu permet de dépenser davantage pour des aliments nutritifs ou d'autres intrants nutritionnels. Les données permettant de calculer les bénéfices nets de la production agricole peuvent être collectées à l'aide de modules de production dans le cadre d'enquêtes auprès des ménages agricoles. Les données sur les dépenses, telles que les dépenses alimentaires totales, les dépenses pour les aliments d'origine animale, les aliments riches en vitamine A et en fer, et les dépenses de santé, peuvent être mesurées dans le cadre d'un module de dépenses d'une enquête auprès des ménages.

Indicateurs de la voie eau, assainissement et hygiène

Les interventions d'irrigation peuvent offrir des opportunités uniques d'améliorer les conditions d'alimentation en eau, d'assainissement et d'hygiène (WASH - *Water, Sanitation and Hygiene*) au sein de la population bénéficiaire, mais elles peuvent également introduire des risques. Par exemple, les interventions d'irrigation fournissent une source d'eau fiable qui peut être utilisée pour l'hygiène du ménage et peut réduire considérablement le temps passé à aller chercher de l'eau, libérant ainsi du temps pour les soins, l'éducation ou les activités productives qui contribuent à la nutrition. En tant que déterminant sous-jacent des résultats nutritionnels, la mesure des indicateurs WASH dans les

interventions d'irrigation tenant compte de la nutrition peut fournir un contexte à la façon dont la nourriture est utilisée par les bénéficiaires. L'eau d'irrigation peut toutefois également présenter des risques si elle est consommée par le ménage, si elle n'est pas traitée ou si une mauvaise gestion de l'eau d'irrigation accroît l'incidence des maladies à transmission vectorielle, telles que le paludisme et la schistosomiase.

Indicateurs de la voie autonomisation des femmes

Étant donné que l'autonomisation des femmes peut influencer la prise de décision en matière de production et de revenu, leur degré d'autonomisation vis-à-vis de l'accès aux services, aux actifs et aux intrants agricoles (y compris les technologies d'irrigation) et du contrôle de ces ressources peut influencer les effets de l'irrigation sur les résultats nutritionnels des ménages. Il est donc important de comprendre l'autonomisation des femmes et leur engagement dans les activités de projet pour les projets d'irrigation tenant compte de la nutrition.

Comprendre qui a accès aux biens et équipements agricoles et qui les contrôle peut donner une idée du pouvoir de négociation des hommes et des femmes dans les décisions d'irrigation. De nouvelles données montrent que lorsque les ménages possèdent des équipements d'irrigation modernes, tels que des pompes motorisées, les hommes ont tendance à les contrôler et à les utiliser. En revanche, les femmes ont tendance à utiliser des méthodes d'irrigation traditionnelles, telles que les seaux ou les arrosoirs, qui demandent plus de travail. Dans certains cas, le matériel d'irrigation fourni aux femmes est toujours considéré comme appartenant aux hommes (Theis et coll., 2018). Les hommes et les femmes ont souvent des préférences de production différentes. L'inclusion des femmes à la fois en tant que prestataires et bénéficiaires des services de vulgarisation agricole peut influencer les décisions de production, telles que les cultures à planter, les animaux à élever, et à quelles fins (vente ou consommation du ménage).

L'indice d'autonomisation des femmes dans l'agriculture (WEAI - Women's Empowerment in Agriculture Index) mesure l'autonomisation des femmes dans plusieurs domaines, notamment la prise de décision en matière de production agricole, l'accès et le contrôle des ressources productives, le contrôle des revenus, le leadership communautaire et l'allocation du temps. Une version abrégée du WEAI, le WEAI abrégé, a été mise au point pour simplifier cet indice et réduire la durée de l'entretien tout en maintenant une applicabilité interculturelle.

Indicateurs d'environnement favorable

La protection et la restauration des bassins versants peuvent contribuer à garantir la disponibilité d'écosystèmes durables, à réduire l'érosion et les autres risques pour la qualité de l'eau, et à augmenter la disponibilité globale de l'eau pour les moyens de subsistance et la résilience. Les actions politiques clés et les conditions de l'environnement favorable, telles que la capacité institutionnelle, les infrastructures, la stratégie et la planification pour une gestion durable de l'eau, peuvent influencer les résultats nutritionnels, mais il est important d'inclure la sécurité alimentaire et la nutrition en tant qu'objectifs spécifiques.

Amélioration des bassins versants et de la qualité de l'eau

Les indicateurs de qualité de l'eau peuvent rendre compte de la mise en place de stations de surveillance de la qualité de l'eau et suivre la disponibilité et l'accès aux données sur les eaux souterraines et la sédimentation par saison. Les changements dans la qualité de l'eau peuvent être directement mesurés pour démontrer les améliorations liées aux interventions du projet. Les projets peuvent également suivre la mise en place de stations de surveillance hydrométéorologique de l'eau pour surveiller les sécheresses et les inondations et intégrer la surveillance et le signalement des épidémies de maladies liées à l'eau.

Formation et diffusion de messages sur le changement de comportement en matière d'alimentation et de nutrition

L'environnement favorable à une meilleure nutrition des ménages est soutenu par des messages complémentaires sur une alimentation et une nutrition saines. Ils peuvent être intégrés dans les investissements dans l'irrigation et la gestion de l'eau et utiliser les plateformes existantes ou s'appuyer sur d'autres plateformes communautaires.

Mesure des résultats en matière de santé et de nutrition

L'irrigation peut affecter les résultats en matière de santé et de nutrition à travers des changements dans l'alimentation, des changements dans les pratiques et les risques des soins de santé, et l'environnement WASH. L'inclusion des résultats de santé dans le cadre des résultats du projet soulève des questions d'attribution et de coût. Ces problèmes sont décrits ici pour diverses mesures des résultats. Il n'est pas courant, même pour les opérations de santé, de mesurer ces résultats. Pour les projets multisectoriels qui adoptent une approche de convergence, il peut être approprié de mesurer les résultats sanitaires et nutritionnels au niveau du programme ou du portefeuille afin que les projets partagent la responsabilité de ces résultats sans qu'un projet individuel en revendique les mérites.

Maladie diarrhéique

La prévalence de la diarrhée est relativement facile à collecter, mais elle est très variable et nécessite des échantillons de grande taille pour être estimée avec précision. La diarrhée déclarée par les patients eux-mêmes ou par les soignants peut être biaisée à la baisse en raison de l'effet placebo, du biais de désirabilité sociale et du biais d'atténuation du souvenir. Ces rapports peuvent donc indiquer un impact où il n'y en a pas. De plus, la diarrhée a de multiples causes, et sans une recherche appropriée de la causalité, les données

peuvent ne pas être suffisamment spécifiques pour démontrer l'impact. Les mesures de la diarrhée comprennent l'incidence de la diarrhée au cours des 7 derniers jours (ou des 2 dernières semaines) pour les enfants de moins de 5 ans. Pour les adultes, la mesure est le souvenir, fondé sur les symptômes, de selles aqueuses avec trois selles ou plus par jour, ou du sang dans les selles.

Anthropométrie

De plus, ces mesures ont une faible spécificité, car de nombreux facteurs influencent la croissance. Certaines mesures de la croissance, telles que la taille par rapport à l'âge, sont mieux déterminées sur le long terme, ce qui n'est pas toujours faisable dans le cadre de projets et d'évaluations habituelles. Les données administratives systématiques sur la taille et le poids sont rares, et les données au niveau de la population ne sont généralement collectées que tous les 5 ans. Les mesures comprennent la taille et la longueur pour l'âge, le poids pour l'âge et la circonférence de la tête et des bras.

Retard de croissance

Le retard de croissance est défini comme la part de la population des moins de 5 ans dont le score z de la taille pour l'âge (HAZ) ou de la longueur pour l'âge (LAZ) est inférieur de deux écarts types à la médiane de la population de référence. Les statistiques nationales sur la prévalence du retard de croissance sont généralement mises à jour tous les cinq ans. Dans certains cas, des chiffres sont disponibles au niveau régional, provincial ou de district.

Indice de masse corporelle des femmes en âge de procréer

L'indice de masse corporelle (IMC) est une mesure souvent utilisée pour évaluer l'état nutritionnel des femmes en âge de procréer. L'IMC correspond au poids en kilogrammes d'une personne divisé par le carré de sa taille en mètres. L'IMC peut être utilisé pour

dépister les catégories de poids susceptibles d'entraîner des problèmes de santé. Un IMC élevé peut être un indicateur de surpoids et d'obésité, et un IMC faible peut indiquer qu'une personne souffre d'insuffisance pondérale.

Anémie

L'anémie, mesurée par les niveaux d'hémoglobine dans le sang, est une mesure objective de l'état nutritionnel, mais elle nécessite une piqûre au doigt, un équipement spécialisé et une formation, ce qui peut s'avérer compliqué pour la plupart des projets. De plus, l'anémie a de nombreuses causes qui ne sont pas affectées par les facteurs WASH.

Statut des micronutriments (vitamine A, fer et zinc)

Pour déterminer le statut réel des micronutriments (par opposition à l'apport en micronutriments), différents biomarqueurs sont nécessaires (par exemple, des échantillons de sang ou d'urine) en fonction du nutriment mesuré. Pour plus d'informations sur la façon de collecter et d'analyser le statut des micronutriments à l'aide d'enquêtes auprès de la population, voir Gorstein et coll. (2007).

Notes

1. Pour plus de détails sur la HFIAS et la FIES, notamment les modules sur les ménages, les traductions et les méthodes de calcul, voir <https://index.nutrition.tufts.edu/data4diets/indicators>.
2. Plus de détails sur la HFIAS sont disponibles sur <http://surveys.worldbank.org/lsms/programs/integrated-surveys-agriculture-ISA>.
3. De plus amples détails sur la diversité alimentaire au niveau des marchés sont disponibles sur <https://index.nutrition.tufts.edu/data4diets/indicators>.
4. De plus amples détails sur les indicateurs de diversité alimentaire sont disponibles sur <https://index.nutrition.tufts.edu/data4diets/indicators>.
5. Pour plus d'informations sur la façon dont cet indicateur est construit, voir le chapitre 2, « Aperçu du programme OMS de suivi, évaluation et planification des apports (IMAPP) », du rapport de l'OMS (2010).



Références

- Aiello, A. E., R. M. Coulborn, V. Perez, and E. L. Larson. 2008. "Effect of Hand Hygiene on Infectious Disease Risk in the Community Setting: A Meta-Analysis." *American Journal of Public Health* 98 (8): 1372-81.
- Alaofè, H., J. Burney, R. Naylor, and D. Taren. 2016. "Solar-Powered Drip Irrigation Impacts on Crops Production Diversity and Dietary Diversity in Northern Benin." *Food and Nutrition Bulletin* 37 (2): 164-75. doi:10.1177/0379572116639710.
- Amoah, P., P. Drechsel, R. C. Abaidoo, and E. M. Abraham. 2009. *Improving Food Hygiene in Africa where Vegetables Are Irrigated with Polluted Water*. Paper prepared for the West Africa Regional Sanitation and Hygiene Symposium, 10-12 Nov 2009, Accra, Ghana.
- Aseyehgn, K., C. Yirga, and S. Rajan. 2012. "Effect of Small-Scale Irrigation on the Income of Rural Farm Households: The Case of Laelay Maichew District, Central Tigray, Ethiopia." *Journal of Agricultural Sciences* 7 (1): 43-57.
- Audibert, M., J. Mathonnat, and M. C. Henry. 2003. "Malaria and Property Accumulation in Rice Production Systems in the Savannah Zone of Cote d'Ivoire." *Tropical Medicine & International Health* 8 (5): 471-83.
- Beach, R., T.B. Sulser, A. Crimmins, N. Cenacchi, J. Cole, N.K. Fukagawa, D. Mason-D'Croz, S. Myers, M.C. Sarofim, M. Smith and L.H. Ziska. 2019. "Combining the effects of increased atmospheric carbon dioxide on protein, iron, and zinc availability and projected climate change on global diets: a modelling study." *Lancet Planet Health*. 3:e307-17.
- Berti, P. R., J. Krusevec, and S. FitzGerald. 2004. "A Review of the Effectiveness of Agriculture Interventions in Improving Nutrition Outcomes." *Public Health Nutrition* 7 (5): 599-609. doi:10.1079/PHN2003595.
- Bhagowalia, P., D. Headey, and S. Kadiyala. 2012. "Agriculture, Income, and Nutrition Linkages in India Insights from a Nationally Representative Survey." IFPRI Discussion Paper 1195, International Food Policy Research Institute, Washington, DC.
- Brun, T., J. Reynaud, and S. Chevassus-Agnes. 1989. "Food and Nutritional Impact of One Home Garden Project in Senegal." *Ecology of Food and Nutrition* 23 (2): 91-108.
- Bryan, E., C. Ringler, B. Okoba, C. Roncoli, S. Silvestri, and M. Herrero. 2013. "Adapting Agriculture to Climate Change in Kenya: Household Strategies and Determinants." *Journal of Environmental Management* 114, 26-35.
- Bryan, E. 2019. "Small-Scale Irrigation and Women's Empowerment: Evidence from Ghana." Unpublished manuscript.
- Burger, S. E., and S. A. Esrey. 1995. "Water and Sanitation: Health and Nutrition Benefits to Children." In *Child Growth and Nutrition in Developing Countries: Priorities for Action* 153-74. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1995. 153-75.
- Burney, J. A., and R. L. Naylor. 2012. "Smallholder Irrigation as a Poverty Alleviation Tool in Sub-Saharan Africa." *World Development* 40 (1): 110-23. doi:10.1016/j.worlddev.2011.05.007.
- Burney, J. A., R. L. Naylor, and S. L. Postel. 2013. "The Case for Distributed Irrigation as a Development Priority in Sub-Saharan Africa." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110 (31): 12513-17. doi:10.1073/pnas.1203597110.
- Burney, J., L. Woltering, M. Burke, R. Naylor, and D. Pasternak. 2010. "Solar-Powered Drip Irrigation Enhances Food Security in the Sudano-Sahel." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107 (5): 1848-53. doi:10.1073/pnas.0909678107.
- Cairncross, S., and J. L. Cuff. 1987. "Water Use and Health in Mueda, Mozambique." *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 81 (1): 51-54.
- Campbell, D. I., M. Elia, and P. G. Lunn. 2003. "Growth Faltering in Rural Gambian Infants Is Associated with Impaired Small Intestinal Barrier Function, Leading to Endotoxemia and Systemic Inflammation." *Journal of Nutrition* 133 (5): 1332-38.
- Carr, E. R. 2008. "Between Structure and Agency: Livelihoods and Adaptation in Ghana's Central Region." *Global Environmental Change* 18 (4): 689-99. doi:10.1016/j.gloenvcha.2008.06.004.
- Checkley, W., G. Buckley, R. H. Gilman, A. M. Assis, R. L. Guerrant, S. S. Morris, K. Mølbak, P. Valentiner-Branth, C. F. Lanata, and R. E. Black. 2008. "Multi-Country Analysis of the Effects of Diarrhoea on Childhood Stunting." *International Journal of Epidemiology* 37 (4): 816-30.
- Curtis, V., S. Cairncross, and R. Yonli. 2000. "Domestic Hygiene and Diarrhoea—Pinpointing the Problem." *Tropical Medicine & International Health* 5 (1): 22-32.
- De Fraiture, C., and M. Giordano. 2014. "Small Private Irrigation: A Thriving but Overlooked Sector." *Agricultural Water Management* 131: 167-74. doi:10.1016/j.agwat.2013.07.005.
- Diaz, E., S. A. Esrey, and E. Hurtado. 1995. *Social and Biological Impact Following the Introduction of Household Water in Rural Guatemala*. Ottawa, Canada: International Development Research Center.
- Dillon, A. 2008. "Access to Irrigation and the Escape from Poverty: Evidence from Northern Mali." IFPRI Discussion Paper 782, International Food Policy Research Institute, Washington, DC.
- Domènech, L. 2015. "Improving Irrigation Access to Combat Food Insecurity and Undernutrition: A Review." *Global Food Security* 6: 24-33. doi:10.1016/j.gfs.2015.09.001.

- Ensink, J. H. J., M. Rizwan Aslam, F. Konradsen, P. K. Jensen, and W. van der Hoek. 2002. "Linkages between Irrigation and Drinking Water in Pakistan." IWMI Working Paper 46, International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.
- FAO. 2015. *Designing Nutrition-Sensitive Agriculture Investments*. Checklist and guidance for programme formulation. Rome: FAO.
- Fanzo, J., C. Davis, R. McLaren, and J. Choufani. 2018. "The Effect of Climate Change across Food Systems: Implications for Nutrition Outcomes." *Global Food Security* 18: 12-19.
- Fox, P., and J. Rockström. 2003. "Supplemental Irrigation for Dry-Spell Mitigation of Rainfed Agriculture in the Sahel." *Agricultural Water Management* 61 (1): 29-50. doi:10.1016/S0378-3774 (03)00008-8.
- Frenken, K. 2005. "Irrigation in Africa in Figures: AQUASTAT Survey, 2005." FAO Water Reports 29, Food and Agriculture Organization, Rome. doi:10.1111/j.1467-6346.2007.00685.x.
- Gbetibouo, G.A. 2009. "Understanding farmers' perceptions and adaptations to climate change and variability: The case of the Limpopo Basin, South Africa." IFPRI Discussion Paper No. 849. Washington D.C.: IFPRI.
- Gillespie, S., J. Harris, and S. Kadiyala. 2012. "The Agriculture-Nutrition Disconnect in India: What Do We Know?" IFPRI Discussion Paper 1187, International Food Policy Research Institute, Washington, DC.
- Giordano, M., and C. de Fraiture. 2014. "Small Private Irrigation: Enhancing Benefits and Managing Trade-Offs." *Agricultural Water Management* 131: 175-82. doi:10.1016/j.agwat.2013.07.003.
- Giordano, M., C. de Fraiture, E. Weight, and J. Van Der Blik. 2012. *Water for Wealth and Food Security: Supporting Farmer-Driven Investments in Agricultural Water Management*. Synthesis Report, AgWater Solutions Project, Colombo, Sri Lanka.
- Gorstein J, Sullivan KM, Parvanta I, Begin F. Indicators and Methods for Cross-Sectional Surveys of Vitamin and Mineral Status of Populations. The Micronutrient Initiative (Ottawa) and the Centers for Disease Control and Prevention (Atlanta), May 2007.
- Grace, K., F. Davenport, H. Hanson, C. Funk, and S. Shukla. 2015. "Linking Climate Change and Health Outcomes: Examining the Relationship between Temperature, Precipitation and Birth Weight in Africa." *Global Environmental Change* 35: 125-37. doi:10.1016/j.gloenvcha.2015.06.010.
- Hirvonen, K., and D. Headey. 2018. "Can Governments Promote Homestead Gardening at Scale? Evidence from Ethiopia." *Global Food Security* 19: 40-47.
- Iannotti, L., K. Cunningham, and M. Ruel. 2009. "Improving Diet Quality and Micronutrient Nutrition: Homestead Food Production in Bangladesh." IFPRI Discussion Paper 928, International Food Policy Research Institute, Washington, DC. doi:10.1037/0003-066X.55.5.469.
- Jiménez Cisneros, B. E., T. Oki, N. W. Arnell, G. Benito, J. G. Cogley, P. Döll, T. Jiang, and S. S. Mwakalila. 2014. "Freshwater Resources." In *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, edited by C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, and L. L. White, 229-69. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Kabunga, N., S. Ghosh, and J. K. Griffiths. 2014. "Can Smallholder Fruit and Vegetable Production Systems Improve Household Food Security and Nutritional Status of Women? Evidence from Rural Uganda." IFPRI Discussion Paper 1346, International Food Policy Research Institute, Washington, DC. doi:10.2139/ssrn.2483967.
- Keiser, J., M. Caldas de Castro, M. F. Maltese, R. Bos, M. Tanner, B. H. Singer, and J. Utzinger. 2005. "Effect of Irrigation and Large Dams on the Burden of Malaria on a Global and Regional Scale." *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 72 (4): 392-406.
- Khan, S., M. A. Hanjra, and J. Mu. 2009. "Water Management and Crop Production for Food Security in China: A Review." *Agricultural Water Management* 96 (3): 349-60. doi:10.1016/j.agwat.2008.09.022.
- Koolwal, G., and D. Van de Walle. 2013. "Access to Water, Women's Work, and Child Outcomes." *Economic Development and Cultural Change* 61 (2): 369-405.
- Lunn, P. G., C. A. Northrop-Clewes, and R. M. Downes. 1991. "2. Chronic Diarrhoea and Malnutrition in The Gambia: Studies on Intestinal Permeability." *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 85 (1): 8-11.
- Malapit, H. J. L., S. Kadiyala, A. R. Quisumbing, K. Cunningham, and P. Tyagi. 2015. "Women's Empowerment Mitigates the Negative Effects of Low Production Diversity on Maternal and Child Nutrition in Nepal." *Journal of Development Studies* 51 (8): 1097-123. doi:10.1080/00220388.2015.1018904.
- Malapit, H. J. L., and A. R. Quisumbing. 2015. "What Dimensions of Women's Empowerment in Agriculture Matter for Nutrition in Ghana?" *Food Policy* 52: 54-63. doi:10.1016/j.foodpol.2015.02.003.
- Mara, D., J. Lane, B. Scott, and D. Trouba. 2010. "Sanitation and Health." *PLoS Medicine* 7 (11): e1000363.
- Marquis, G. S., G. Ventura, R. H. Gilman, E. Porras, E. L. B. A. Miranda, L. Carbajal, and M. Pentafiel. 1990. "Fecal Contamination of Shanty Town Toddlers in Households with Non-Corrallated Poultry, Lima, Peru." *American Journal of Public Health* 80 (2): 146-49.
- Masset, E., L. Haddad, A. Cornelius, and J. Isaza-Castro. 2012. "Effectiveness of Agricultural Interventions That Aim to Improve Nutritional Status of Children: Systematic Review." *BMJ* 344 (7843): 1-7. doi:10.1136/bmj.d8222.
- Mateo-Sagasta, J., S. M. Zadeh, H. Turrall, and J. Burke. 2017. *Water Pollution from Agriculture: A Global Review*. Food and Agriculture Organization of the United Nations and the International Water Management Institute, Rome.
- Meinzen-Dick, R. 1997. "Valuing the Multiple Uses of Water." In *Water: Economics, Management and Demand*, edited by M. Kay, T. Franks, and L. Smith, 50-58. London: E. & F. N. Spon.

- Meinzen-Dick, R., J. A. Behrman, P. Menon, and A. Quisumbing. 2012. "Gender: A Key Dimension Linking Agricultural Programs to Improved Nutrition and Health." In *Reshaping Agriculture for Nutrition and Health: 2020 Conference Book*, edited by S. Fan and R. Pandya-Lorch, 135-44. Washington, DC: International Food Policy Research Institute. <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/oc69ch16.pdf>.
- Meinzen-Dick, R., R. Chaturvedi, L. Domenech, R. Ghatge, M. A. Janssen, N. D. Rollins, and K. Sandeep. 2016. "Games for Groundwater Governance: Field Experiments in Andhra Pradesh, India." *Ecology and Society* 21 (3): 38.
- Miller, G., and B. P. Urdinola. 2010. "Cyclicalities, Mortality, and the Value of Time: The Case of Coffee Price Fluctuations and Child Survival in Colombia." *Journal of Political Economy* 118 (1): 113-55.
- Motarjemi, Y., F. Käferstein, G. Moy, and F. Quevedo. 1993. "Contaminated Weaning Food: A Major Risk Factor for Diarrhoea and Associated Malnutrition." *Bulletin of the World Health Organization* 71 (1): 79.
- Murphy, S. P., and L. H. Allen. 2003. "Nutritional Importance of Animal Source Foods." *Journal of Nutrition* 133 (11 Suppl 2): 3932-35.
- Namara, R. E., J. A. Awuni, B. Barry, M. Giordano, L. Hope, E. S. Owusu, and G. Forkuor. 2011. *Smallholder Shallow Groundwater Irrigation Development in the Upper East Region of Ghana*. IWMI Research Report 143, vol. 139. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Research Institute. doi:10.5337/2011.214.
- Namara, R. E., B. Upadhyay, and R. K. Nagar. 2005. *Adoption and Impacts of Microirrigation Technologies: Empirical Results from Selected Localities of Maharashtra and Gujarat States of India*. IWMI Research Report 93, vol. 30, Colombo, Sri Lanka: International Water Management Research Institute.
- Nangia, V., and T. Oweis. 2016. "Supplemental Irrigation: A Promising Climate-resilience Practice for Sustainable Dryland Agriculture." In *Innovations in Dryland Agriculture*, Farooq, M. and Siddique, K. (Eds.) 549-64. Cham, Switzerland: Springer.
- Olney, D. K., A. Pedehombga, M. T. Ruel, and A. Dillon. 2015. "A 2-Year Integrated Agriculture and Nutrition and Health Behavior Change Communication Program Targeted to Women in Burkina Faso Reduces Anemia, Wasting, and Diarrhea in Children 3-12.9 Months of Age at Baseline: A Cluster-Randomized Controlled Trial." *Journal of Nutrition* 145 (6): 1317-24. doi:10.3945/jn.114.203539.
- Olney, D. K., A. Talukder, L. L. Iannotti, M. T. Ruel, and V. Quinn. 2009. "Assessing Impact and Impact Pathways of a Homestead Food Production Program on Household and Child Nutrition in Cambodia." *Food and Nutrition Bulletin* 30 (4): 355-69. doi:10.1177/156482650903000407.
- Olney, D. K., S. Vicheka, M. Kro, C. Chakriya, H. Kroeun, L. S. Hoing, A. Talukder, V. Quinn, L. Iannotti, E. Becker, and T. Roopnaraine. 2013. "Using Program Impact Pathways to Understand and Improve Program Delivery, Utilization, and Potential for Impact of Helen Keller International's Homestead Food Production Program in Cambodia." *Food and Nutrition Bulletin* 34 (2): 169-84. doi:10.1177/156482651303400206.
- Oweis, T., and A. Hachum. 2006. "Water Harvesting and Supplemental Irrigation for Improved Water Productivity of Dry Farming Systems in West Asia and North Africa." *Agricultural Water Management* 80 (1): 57-73. doi:10.1016/j.agwat.2005.07.004.
- Owens, S., R. Gulati, A. J. Fulford, F. Sosseh, F. C. Denison, B. J. Brabin, and A. M. Prentice. 2015. "Periconceptional Multiple-Micronutrient Supplementation and Placental Function in Rural Gambian Women: A Double-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Trial." *American Journal of Clinical Nutrition* 102 (6): 1450-59. doi:10.3945/ajcn.113.072413.
- Passarelli, S., D. Mekonnen, E. Bryan, and C. Ringler. 2018. "Evaluating the Pathways from Small-Scale Irrigation to Dietary Diversity: Evidence from Ethiopia and Tanzania." *Food Security* 10 (4): 981-97. doi:10.1007/s12571-018-0812-5.
- Pickering, A. J., and J. Davis. 2012. "Freshwater Availability and Water Fetching Distance Affect Child Health in Sub-Saharan Africa." *Environmental Science & Technology* 46 (4): 2391-97.
- Pickering, A. J., T. R. Julian, S. J. Marks, M. C. Mattioli, A. B. Boehm, K. J. Schwab, and J. Davis. 2012. "Fecal Contamination and Diarrheal Pathogens on Surfaces and in Soils among Tanzanian Households with and without Improved Sanitation." *Environmental Science & Technology* 46 (11): 5736-43.
- Pingali, P.L. and K. D. Ricketts. 2014. "Mainstreaming Nutrition Metrics in Household Surveys—Toward a Multidisciplinary Convergence of Data Systems." *Annals of the New York Academy of Sciences* 1331 (1): 249-57.
- Riley, P. J., and N. T. Krogman. 1993. "Gender-Related Factors Influencing the Viability of Irrigation Projects in Lesotho." *Journal of Asian and African Studies* 28 (3-4): 162-79.
- Ringler, C., T. Zhu, X. Cai, J. Koo, and D. Wang. 2010. *Climate Change Impacts on Food Security in Sub-Saharan Africa: Insights from Comprehensive Climate Change Modeling*. Washington, DC: International Food Policy Research Institute.
- Ruel, M. T., A. R. Quisumbing, and M. Balagamwala. 2018. "Nutrition-Sensitive Agriculture: What Have We Learned So Far?" *Global Food Security* 17: 128-53. doi:10.1016/j.gfs.2018.01.002.
- Sibhatu, K. T., V. V. Krishna, and M. Qaim. 2015. "Production Diversity and Dietary Diversity in Smallholder Farm Households." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112 (34): 10657-62. doi:10.1073/pnas.1510982112.
- Smith, M., and S. S. Myers. 2017. "Measuring the Effects of Anthropogenic CO2 Emissions on Global Nutrient Intakes: A Modelling Analysis." *The Lancet* 389: S19.
- Springmann, M., D. Mason-D'Croz, S. Robinson, T. Garnett, H. C. J. Godfray, D. Gollin, M. Rayner, P. Ballon, and P. Scarborough. 2016. "Global and Regional Health Effects of Future Food Production Under Climate Change: A Modelling Study." *The Lancet* 387 (10031): 1937-46.
- Sraboni, E., H. J. Malapit, A. R. Quisumbing, and A. U. Ahmed. 2014. "Women's Empowerment in Agriculture: What Role for Food Security in Bangladesh?" *World Development* 61: 11-52. doi:10.1016/j.worlddev.2014.03.025.
- Steiner-Asiedu, M., B. A. Z. Abu, J. Setorglo, D. K. Asiedu, and A. K. Anderson. 2012. "The Impact of Irrigation on the Nutritional Status of Children in the Sissala West District of Ghana." *Current Research Journal of Social Sciences* 4 (2): 86-92.

- Theis, S., N. Lefore, R. Meinzen-Dick, and E. Bryan. 2018. "What Happens after Technology Adoption? Gendered Aspects of Small-Scale Irrigation Technologies in Ethiopia, Ghana, and Tanzania." *Agriculture and Human Values* 35 (3): 671-84. doi:10.1007/s10460-018-9862-8.
- Tompkins, E., and W. N. Adger. 2004. "Does Adaptive Management of Natural Resources Enhance Resilience to Climate Change?" *Ecology and Society* 9 (2):10.
- UN (United Nations). 2018. *The Sustainable Development Goals Report 2018*. New York: UN.
- van den Bold, M., A. R. Quisumbing, and S. Gillespie. 2013. "Women's Empowerment and Nutrition: An Evidence Review." IFPRI Discussion Paper 1294, International Food Policy Research Institute, Washington, DC. doi:10.2139/ssrn.2343160.
- van der Hoek, W., S. G. Feenstra, and F. Konradsen. 2002. "Availability of Irrigation Water for Domestic Use in Pakistan: Its Impact on Prevalence of Diarrhoea and Nutritional Status of Children." *Journal of Health, Population and Nutrition* 20 (1): 77-84.
- van Koppen, B., S. Smits, P. Moriarty, F. Penning de Vries, M. Mikhail, and E. Boelee. 2009. *Climbing the Water Ladder: Multiple-Use Water Services for Poverty Reduction*. TP series 52. The Hague, The Netherlands: IRC International Water and Sanitation Centre and International Water Management Institute.
- Vaughan, M., and H. Moore. 1988. "Health Nutrition and Agricultural Development in Northern Zambia." *Social Science and Medicine* 27 (7): 743-45.
- WHO (World Health Organization). 2010. "Estimating Appropriate Levels of Vitamins and Minerals for Food Fortification Programmes: The WHO Intake, Monitoring, Assessment and Planning Program (IMAPP)." Meeting Report. Geneva: WHO.
- Wiebe, K., H. Lotze-Campen, R. Sands, A. Tabeau, D. van der Mensbrugge, A. Biewald, B. Bodirsky, S. Islam, A. Kavallari, D. Mason- D'Croz, C. Müller, A. Popp, R. Robertson, S. Robinson, H. van Meijl, and D. Willenbockel and Müller, C. 2015. "Climate Change Impacts on Agriculture in 2050 Under a Range of Plausible Socioeconomic and Emissions Scenarios." *Environmental Research Letters* 10 (8): 085010.
- World Bank. 2013. *Improving Nutrition through Multisectoral Approaches: Agriculture and Rural Development*. Washington, DC: World Bank Group.
- Xie, H., L. You, B. Wielgosz, and C. Ringler. 2014. "Estimating the Potential for Expanding Smallholder Irrigation in Sub-Saharan Africa." *Agricultural Water Management* 131: 183-93. doi:10.1016/j.agwat.2013.08.011.
- Yimer, F., and F. Tadesse. 2015. "Women's Empowerment in Agriculture and Dietary Diversity in Ethiopia." ESSP Working Paper 80, Ethiopia Strategy Support Program, Addis Ababa, Ethiopia.
- You, L., C. Ringler, U. Wood-Sichra, R. Robertson, S. Wood, T. Zhu, G. Nelson, Z. Guo, and Y. Sun. 2011. "What Is the Irrigation Potential for Africa? A Combined Biophysical and Socioeconomic Approach." *Food Policy* 36 (6): 770-82. doi:10.1016/j.foodpol.2011.09.001.

