

Téledétection pour l'assurance indicielle

**Une vue d'ensemble des découvertes
et enseignements pour l'agriculture
des petits exploitants**



© 2018 Fonds international de développement agricole (FIDA)

Les désignations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Fonds international de développement agricole des Nations Unies aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites. Les appellations pays "développés" et "en développement" ne sont employées qu'à des fins statistiques et ne reflètent pas nécessairement un jugement porté quant au stade de développement d'un pays ou d'une zone spécifique.

La présente publication peut être reproduite en tout ou en partie sans l'autorisation préalable du FIDA, à condition que la source (FIDA) et le titre de la publication du FIDA soient indiqués par l'éditeur et qu'une copie du document publié soit envoyée au FIDA.

ISBN 978-92-9072-804-7

Imprimé février 2018

Télédétection pour l'assurance indicielle

**Une vue d'ensemble des découvertes
et enseignements pour l'agriculture
des petits exploitants**



Table des matières

SIGLES ET ACRONYMES	3
REMERCIEMENTS	4
■ 1. INTRODUCTION	5
■ 2. ASSURANCE POUR LES PETITS EXPLOITANTS: NÉCESSITÉ, POSSIBILITÉS ET LES DÉFIS	7
Assurance agricole	7
Les défis de l'assurance indicielle	8
■ 3. DONNÉES RELATIVES À L'ASSURANCE INDICIELLE	11
Exigences en matière de données recueillies au sol pour l'assurance indicielle	11
Conception et souscription du contrat	11
Exécution du contrat	12
Défis liés aux données	13
Données issues de la télédétection	14
■ 4. VUE D'ENSEMBLE DU PROJET	17
■ 5. APPROCHES EN MATIÈRE DE TÉLÉDÉTECTION POUR L'ASSURANCE INDICIELLE	21
Estimations des précipitations	21
Estimations de l'humidité du sol	22
Estimations de l'évapotranspiration	23
Indices relatifs à la végétation	24
Données issues du radar à synthèse d'ouverture	25
■ 6. PRÉSENTATION DES MÉTHODOLOGIES	27
Structure de l'assurance indicielle	27
Unité de surface pour l'assurance	36
Cartes et masques des cultures	38
■ 7. DÉCOUVERTES	41
Performance des méthodologies de télédétection	41
Caractéristiques techniques des structures d'assurance	44
Applicabilité opérationnelle des programmes basés sur la télédétection	47
■ 8. RECOMMANDATIONS	53
RÉFÉRENCES	56

Sigles et acronymes

AYII	assurance indicielle rendements moyens
EARS	Analyse environnementale et télédétection
ERS	satellite européen de télédétection
ET	évapotranspiration
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
fAPAR	fraction du rayonnement photosynthétiquement actif absorbé
FEWS NET	Réseau des systèmes d'alerte précoce contre la famine
IRI	Institut international de recherche sur le climat et la société (Institut de la Terre, Université de Columbia)
ITC	Faculté des sciences de géo-information et d'observation de la Terre (Université de Twente)
NDVI	indice de végétation par différence normalisée
RADAR	détection et télémétrie par radioélectricité
SAR	radar à synthèse d'ouverture
USA	unité de surface pour l'assurance
VITO	Institut flamand pour la recherche technologique (Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek)
WII	assurance indicielle climatique

Remerciements

La présente publication a été élaborée par Emily Coleman, William Dick, Sven Gilliams, Isabelle Piccard, Francesco Rispoli et Andrea Stoppa.

Son contenu est fondé sur le projet "Amélioration de la gestion des risques agricoles en Afrique subsaharienne: la télédétection pour l'assurance indicielle", qui a pu être mené grâce au financement de l'Agence française de développement et à la contribution supplémentaire de la Politique scientifique fédérale belge. Ce projet a été mis en œuvre par le Mécanisme de gestion des risques climatiques (WRMF, Weather Risk Management Facility) du Fonds international de développement agricole (FIDA) et par le Programme alimentaire mondial (PAM). L'Institut flamand pour la recherche technologique (VITO) a apporté des contributions et un soutien importants tout au long du projet.

Le projet a également bénéficié d'une étroite collaboration avec Franziska Albrecht, Massimo Barbieri, Sandro Calmanti, Kees de Bie, Mbaye Diop, Helen Greatrex, Eva Haas, Francesco Holecz, Harikishan Jayanthi, Jolien van Huystee, Jan Militzer, Bertrand Muller, Daniel Osgood, Marcello Petitta, le regretté Andries Rosema et James Verdin.

Nous sommes également reconnaissants du concours technique et des éclaircissements que nous a apportés le comité d'évaluation du projet: Zoltan Bartalis, Fabrizio Battazza, Rogerio Bonifacio, Molly Brown, Michael Carter, Bamba Diop, Mathieu Dubreuil, Monica Garcia, Ola Gråbak, Joachim Herbold, Peter Hoefsloot, Marcel Kuettel, Olivier Leo, Shadreck Mapfumo, Michele Meroni, Oscar Rojas, Christina Ulardic, Sébastien Weber et Andreas Weigel.

Pairs réviseurs: Jyothi Bylappa, Steven Jonckheere, Christa Ketting et Maria Elena Mangiafico

Éditeurs: Chris Jarzombek et Janet Sharpe

Infographiste: Andrea Wöhr

1. Introduction

L'assurance indicielle est un type d'assurance agricole qui peut favoriser le développement agricole et faciliter la gestion des risques en protégeant les actifs et en encourageant les investissements productifs. Toutefois, des difficultés opérationnelles et techniques font obstacle à l'expansion et à la durabilité de l'assurance indicielle. Le projet "Amélioration de la gestion des risques agricoles en Afrique subsaharienne: la télédétection pour l'assurance indicielle" a porté principalement sur les données, qui constituent un défi majeur – s'agissant notamment de leur disponibilité, accessibilité, quantité et qualité. Le projet a été conçu pour contribuer à des approches évolutives et durables de l'assurance indicielle, et plus précisément pour évaluer la faisabilité de la télédétection pour l'assurance indicielle dont les petits exploitants tireraient profit. La recherche et le développement étaient centrés sur le Sénégal, mais les conclusions devraient être applicables à l'ensemble du secteur. Le projet a été mis en œuvre de 2012 à 2016 par le Mécanisme de gestion des risques climatiques (WRMF, Weather Risk Management Facility) du Fonds international de développement agricole (FIDA) et par le Programme alimentaire mondial (PAM), avec le soutien financier de l'Agence française de développement et une contribution supplémentaire de la Politique scientifique fédérale belge.

La présente publication, qui décrit le projet dans ses grandes lignes, vise à donner aux personnes travaillant dans les domaines de l'assurance et du développement agricole, et auprès des gouvernements, un aperçu des possibilités offertes et des difficultés présentées par la télédétection pour l'assurance indicielle, et à formuler des recommandations concernant les secteurs nécessitant des efforts et des investissements supplémentaires. Ce document présente le contexte de l'assurance indicielle pour les petits exploitants (section 2), en se penchant plus spécifiquement sur les données requises (section 3). Il expose les étapes clés du projet (section 4), ainsi que les approches (section 5) et les méthodologies (section 6) en matière de télédétection explorées dans le cadre du projet. Il se termine par des découvertes générales (section 7) et des recommandations (section 8). Pour obtenir des informations approfondies sur les méthodologies appliquées par le projet, ainsi que les résultats détaillés des évaluations de la performance et des activités d'évaluation, veuillez vous reporter au document intitulé *Remote sensing for index insurance: findings and lessons learned for smallholder agriculture (Télédétection pour l'assurance indicielle. Découvertes et enseignements pour l'agriculture des petits exploitants)*. (FIDA-PAM, 2017).



2. Assurance pour les petits exploitants: nécessité, possibilités et les défis

En raison de l'incertitude climatique, les ménages de petits exploitants ne peuvent pas sortir de la pauvreté et de l'insécurité alimentaire. En l'absence de systèmes de protection fiables contre les risques pour la production liés au climat, les petits exploitants renoncent à la possibilité de devenir plus productifs: ils se concentrent sur des activités de production plus résilientes mais moins rentables et n'investissent pas dans des technologies ou des intrants de meilleure qualité. Cette situation est exacerbée par les prestataires de services financiers qui craignent d'offrir des produits et des services financiers, par les fournisseurs d'intrants qui limitent leur champ d'action, et par les bouleversements extérieurs qui menacent la durabilité des interventions du gouvernement et de donateurs bien intentionnés (FIDA, 2015).

Assurance agricole

Cette situation peut être en partie résolue grâce à l'assurance agricole, qui permet de protéger les actifs et d'encourager les investissements productifs dans la petite agriculture, de déverrouiller l'accès au crédit, d'accroître la résilience des activités et des ménages ruraux ainsi que d'améliorer la sécurité alimentaire. Cette publication est axée sur l'assurance-récolte indicielle (voir l'encadré 1). Afin de surmonter les contraintes inhérentes aux données recueillies au sol, les concepteurs de l'assurance indicielle se tournent vers des approches de télédétection telles que les données satellites. Cependant, malgré la vaste expérience acquise dans l'assurance des pâturages contre la sécheresse, les applications relatives aux activités de culture des petits exploitants sont relativement récentes et les données de télédétection n'ont pas encore été pleinement exploitées pour l'assurance indicielle.

Dans le cadre de l'assurance à caractère indemnitaire, la compensation est basée sur les pertes ou les dégâts évalués, ce qui implique donc qu'un assureur se rend dans chaque exploitation pour déterminer la couverture et évaluer les pertes. Du fait de ces frais généraux, il est difficile et coûteux de gérer ce type d'assurance de manière efficace et efficiente pour les petits exploitants, et des problèmes d'aléa moral et d'antisélection peuvent se poser. Le produit d'assurance à caractère indemnitaire le plus répandu (assurance-récolte multirisque) est basé sur la mesure du déficit de rendement de chaque exploitation par rapport au rendement attendu.

Encadré 1. Types d'assurance agricole

Produits indemnitaires

- Assurance-récolte à risques dénommés (par exemple la grêle)
- Assurance-récolte multirisque (garantie de rendement) (MPCI, Multi-peril crop insurance)
- Assurance accidents et mortalité du bétail

Produits basés sur des indices

- Assurance indicielle climatique (WII, Weather index insurance), utilisant des variables climatiques mesurées au sol ou par télédétection
- Assurance indicielle rendements moyens (AYII, Area yield index insurance), utilisant des mesures au sol
- Assurance indicielle utilisant la télédétection pour contrôler l'état des cultures ou des pâturages

En revanche, les paiements de l'assurance indicielle sont basés sur un indicateur indiciel, comme le déficit pluviométrique, qui devrait permettre d'estimer les pertes ou les dégâts. L'indice repose sur des données historiques et utilise les données de la saison actuelle à des fins de vérification lors du déclenchement d'un versement. En règle générale, tous les exploitants d'une même région souscrivent la même police d'assurance, au même prix, et reçoivent les mêmes versements d'indemnités lors du déclenchement de l'indice.

Les frais administratifs réduits et les processus d'indemnisation simplifiés et automatisés rendent l'assurance indicielle plus accessible aux petits exploitants. Le caractère normalisé du produit signifie également qu'il peut être groupé avec d'autres services, notamment un crédit ou des intrants, et proposé grâce à des instances fédératrices. Il offre une protection contre les risques systémiques¹, tels que la sécheresse généralisée, qui sont généralement difficiles à surmonter rapidement sans aide extérieure ou sans la mise en œuvre d'outils financiers appropriés. Les produits d'assurance indicielle étant fondés sur des données existantes, ils reposent sur des informations objectives et transparentes, ce qui signifie que certains risques peuvent être transférés aux marchés nationaux ou internationaux.

Les défis de l'assurance indicielle

Les principaux défis de l'assurance indicielle relèvent de deux catégories: (i) les défis liés à la distribution; et (ii) les défis liés aux produits techniques.

Assurer une distribution à l'échelle voulue et à bas coût, sensibiliser et informer les clients et les partenaires au sujet de l'assurance et leur apporter une valeur ajoutée sont autant de difficultés majeures à surmonter. Les clients et les partenaires peuvent être des petits exploitants, des acteurs de la chaîne de valeur, des instituts de microfinance ou des gouvernements. La valeur ajoutée peut être obtenue soit en

¹ Les risques systémiques – également dénommés risques covariants – affectent de nombreuses personnes au même moment et au même endroit, qu'il s'agisse d'un territoire local, d'une région ou d'un pays entier.

combinant l'assurance indicielle à d'autres produits (crédit, intrants), soit en servant indirectement les intérêts des exploitants en couvrant les risques climatiques auxquels sont exposés les acteurs de la chaîne de valeur ou les institutions financières.

Les défis liés aux produits techniques comprennent le risque de base (voir l'encadré 2), les coûts de développement et la reproduction de produits. Les données, qui représentent également un défi majeur, étaient au cœur du projet (voir la section 3).

Encadré 2. Risque de base

Le risque de base constitue un obstacle majeur pour l'assurance indicielle. Au sens le plus large, le risque de base est la différence entre les pertes subies par l'exploitant et l'indemnité déclenchée. Les produits d'assurance indicielle doivent démontrer leur qualité par leur capacité d'adéquation entre les pertes et les indemnités.

Il peut s'avérer complexe de déterminer les écarts entre les pertes et les indemnités. Ces différences dépendent de la couverture applicable selon chaque méthodologie d'assurance indicielle. Par exemple, les produits d'assurance indicielle peuvent être spécifiques à une culture ou prendre en compte les pertes de récoltes de manière plus générale, mais un contrat d'assurance indicielle climatique ne couvre pas les pertes dues aux ravageurs ou aux maladies. Ces différences montrent également combien il est important que la police d'assurance soit rédigée de manière claire et qu'un travail d'information soit effectué au moment de la vente de l'assurance indicielle.

Un aspect essentiel de l'assurance indicielle est la distinction entre les pertes moyennes subies dans la zone de couverture dans son ensemble et les pertes subies par chaque exploitant. Les causes potentielles du risque de base peuvent inclure la distance par rapport au point de mesure de la variable indicielle, la géographie ou la superficie de la zone couverte (risque de base spatial) ou le moment précis du début de la saison de culture (risque de base temporel).

Si des paramètres tels que les déclencheurs et les sorties sont étalonnés de manière inappropriée, ou si la relation entre la mesure de l'indice et le rendement des cultures n'est pas claire, le risque de base peut être attribué à la conception du produit (risque de base du produit).

Dans le cas de l'assurance indicielle basée sur la télédétection, l'étendue du risque de base peut être influencée par la résolution spatiale des images satellites. Les mesures de l'indice peuvent prendre la forme de pixels uniques ou de groupes de pixels qui, pris ensemble, constituent l'unité de surface pour l'assurance (USA). L'USA est la superficie définie par l'assureur, qui sert de base pour tous les titulaires d'une police, lesquels payent la même cotisation pour le même taux d'indemnisation en fonction des sommes assurées. Pour mettre en œuvre l'assurance indicielle, il est important de comprendre l'ampleur des écarts entre les rendements des cultures au niveau de chaque exploitant, du village et de la zone à plus grande échelle. De même, il est fondamental de comprendre les causes réelles des pertes de récolte pour interpréter le risque de base potentiel.



3. Données relatives à l'assurance indicielle

De nombreuses études ont démontré que les limites de l'infrastructure relative aux données recueillies au sol constituent un obstacle à l'expansion de l'assurance indicielle (FIDA-PAM, 2010; Centre commun de recherche de la Commission européenne, 2013; Hellmuth et al., 2009; Groupe de gestion des risques liés aux produits de base [CRMG] de la Banque mondiale, 2008; MicroSave, 2013). En raison de ces limites, il est plus complexe de concevoir une assurance indicielle dont les polices sont fortement corrélées aux pertes qu'elles sont censées couvrir.

Exigences en matière de données recueillies au sol pour l'assurance indicielle

L'assurance indicielle climatique (WII) et l'assurance indicielle rendements moyens (AYII) sont les formes les plus courantes de l'assurance indicielle. Ces deux types d'assurance requièrent des données recueillies au sol en vue de définir l'indice et de mettre en œuvre le contrat. L'assurance indicielle climatique, fondée sur des mesures au sol, repose à la fois sur des données historiques et actuelles en matière de climat, ainsi que certaines données agricoles, afin de concevoir et d'étalonner les produits. L'assurance indicielle rendements moyens repose sur des données de rendement historiques pour la conception et la tarification, et sur des données de rendement actuelles pour le versement d'indemnités en cas de pertes de rendement.

Conception et souscription du contrat

Exigences en matière de données historiques sur le climat. Les données historiques en matière de climat servent de base pour l'analyse des données aux fins de la conception et de la tarification de l'assurance indicielle rendements moyens. En règle générale, afin de répondre aux exigences commerciales de l'assureur et du réassureur, il est nécessaire de disposer de données historiques significatives (idéalement, 20 à 30 ans d'observations quotidiennes), et les valeurs manquantes ou hors limites ne devraient représenter qu'un faible pourcentage de l'ensemble des données². La qualité et la fiabilité de la série de données revêtent une importance fondamentale. Les données utilisées peuvent provenir de stations météorologiques gérées par le service météorologique national ou, dans certains cas, d'un prestataire privé fiable, mais elles doivent être conformes aux normes internationales telles

² À titre indicatif, "faible" signifie moins de 3%, toutefois les références à la disponibilité temporelle et à la quantité de données manquantes ne devraient pas être considérées comme des règles contraignantes. Les réassureurs peuvent convenir d'utiliser des séries de données sur un plus court terme ou présentant un pourcentage plus élevé d'informations manquantes.

que celles établies par l'Organisation météorologique mondiale. La densité requise en matière de stations météorologiques dépend du risque climatique assuré, de l'homogénéité topographique de la zone assurée et de la répartition de la population agricole. Aux fins de l'assurance indicielle, des stations peuvent être nécessaires à une distance comprise entre 5 km et 25 km des exploitations assurées. Les procédures de collecte et d'enregistrement des données devraient être sécurisées et fiables afin de réduire le risque d'altération des mesures. De même, les méthodes de collecte des données devraient être uniformes. Pour la même raison, bien que des stations météorologiques manuelles puissent être autorisées dans certains cas, les données provenant de stations météorologiques automatiques sont privilégiées, car moins susceptibles de faire l'objet de fraudes ou d'erreurs.

Les données météorologiques ne sont généralement pas utilisées pour l'assurance indicielle rendements moyens, sauf si des dispositions supplémentaires spécifiques sont intégrées à la couverture basée sur un indice de rendement, notamment une couverture de l'échec de l'ensemencement basée sur le déficit pluviométrique.

Exigences en matière de données agricoles. Les informations agricoles sont importantes pour les produits d'assurance indicielle climatique et pour ceux de l'assurance indicielle rendements moyens. Pour l'assurance indicielle climatique, ces informations complètent le processus de conception du contrat, tandis que pour l'assurance indicielle rendements moyens, elles sont le fondement de l'élaboration de la couverture d'assurance. Les informations les plus pertinentes qui doivent être recueillies sont les données de rendement, qui doivent être les plus détaillées possible au sein des zones assurées et, le cas échéant, les données officielles relatives aux pertes ou aux dégâts. Il est important que les méthodes de collecte des données soient uniformes et que les normes minimales requises soient respectées. Ces informations devraient être accompagnées d'une description claire des caractéristiques de la production agricole dans les régions considérées³.

Exécution du contrat

Exigences en matière de données météorologiques actuelles. Une fois les contrats en cours d'exécution, il est nécessaire de disposer d'un accès constant aux données afin de déterminer si un versement est dû. En ce qui concerne les données météorologiques, il incombe généralement au service météorologique national de fournir ces données et d'entretenir les stations. Les données doivent être recueillies, tenues à jour et enregistrées de manière appropriée. Elles devraient être transmises aussi fréquemment que possible (idéalement, chaque jour) et mises à la disposition des assureurs et autres acteurs concernés, afin de leur permettre de déterminer le moment où un versement doit être effectué et de déceler rapidement tout problème (par exemple, un problème de transmission ou de disponibilité des données). Une source indépendante de données (par exemple, une station météorologique située aux alentours, le Système mondial de télécommunications de l'Organisation météorologique mondiale) devrait être disponible à des fins de vérification, le cas échéant.

³ Ces caractéristiques comprennent l'intensité de production, les systèmes de cultures et les variétés cultivées, les types de sols et le bilan hydrique.

Exigences en matière de données agricoles actuelles. Le niveau de fractionnement des données de rendement doit être approprié à la zone couverte par le contrat. Afin de respecter les délais exigés par les transactions d'assurance, les données devraient être transmises rapidement.

Défis liés aux données

L'accessibilité, la disponibilité et la quantité limitées des données recueillies au sol, ainsi que leur mauvaise qualité, sont parmi les principaux obstacles techniques à l'expansion et à la durabilité de l'assurance indicielle. Faute de données de qualité en quantité suffisante, il peut être impossible de concevoir des produits pour certaines régions et certains pays, ou le produit obtenu risque de ne pas être fiable et de ne pas offrir l'indemnisation attendue.

Données météorologiques. Les données météorologiques qui répondent à toutes les exigences sont rarement disponibles dans les pays en développement, et sont particulièrement limitées dans les régions nécessitant une couverture. Le caractère exhaustif des séries de données historiques varie fortement au sein des différentes régions, notamment en ce qui concerne les données quotidiennes. De même, la densité des stations météorologiques qui constituent le réseau national varie considérablement d'un pays à l'autre. Même si les séries de données parfaites existent, elles ne sont pas nécessairement accessibles ou disponibles à des fins commerciales. Mis à part le coût d'obtention des données, une conception et une mise en œuvre réussies nécessitent une bonne entente avec les services météorologiques nationaux qui gèrent et fournissent les données. Si de nouvelles stations météorologiques étaient installées uniquement à des fins d'assurance indicielle, le problème du volume requis pour couvrir des populations souvent dispersées dans des zones hétérogènes se poserait, ainsi que celui du coût de leur maintenance à long terme. En outre, aucune donnée historique ne serait disponible. Dans certaines circonstances, des données artificielles peuvent être calculées dans les régions où de nouvelles stations sont installées afin de régler en partie ce problème; toutefois, ce n'est pas une solution viable dans tous les cas.

Données de rendement. Des données de rendement de bonne qualité, recueillies sur une durée suffisante et au niveau de fractionnement requis font souvent défaut. Pour l'assurance indicielle climatique, le manque de données de rendement de qualité a une incidence sur la conception du contrat. Pour l'assurance indicielle rendements moyens, les données de rendement sont essentielles, non seulement pour structurer la couverture d'assurance, mais également pour déterminer l'indemnisation. Dans la pratique, le personnel local des ministères de l'agriculture ou des services de statistiques nationaux collecte les données de rendement; cependant, il arrive souvent que ces données ne soient pas fiables ou qu'elles ne soient pas disponibles au niveau de fractionnement requis, ou encore que leur transmission soit lente après la récolte, ce qui entraîne des retards dans les versements. Les programmes d'assurance indicielle nécessitant un flux de données de rendement fiable et constant peuvent faire appel à des méthodologies et des procédures dédiées de collecte des données de rendement, mais cela n'est pas toujours économiquement ou techniquement réalisable.

Données issues de la télédétection

Compte tenu des difficultés liées aux données recueillies au sol, le secteur a commencé à se tourner vers les données satellites, pour compléter éventuellement les indices résultant des données recueillies au sol ou pour créer des produits d'assurance indicielle basés sur la télédétection.

Les indices résultant de la télédétection n'utilisent pas de mesures effectuées directement au sol. Les satellites recueillent plutôt différents types de données basés sur des dynamiques biophysiques spécifiques, telles que la température des nuages, pour évaluer les précipitations, l'évaporation et la transpiration de l'eau depuis le sol/système végétal (évapotranspiration), la teneur en humidité du sol ou la verdure de la végétation (voir la section 5). Ces données sont généralement étalonnées avec certaines informations recueillies au sol pour créer des indices. L'indice est conçu pour servir d'indicateur de la perte de rendement selon les paramètres utilisés.

Depuis plus de 20 ans, la surveillance agricole est l'une des principales applications opérationnelles de l'observation de la Terre. Ces applications sont restées essentiellement dans le secteur public, mais au cours des dix dernières années, l'intérêt du secteur privé n'a cessé d'augmenter.

La télédétection peut être très utile pour obtenir un aperçu rapide et précis de la croissance et du développement des cultures, car elle permet de recueillir des informations sur des zones étendues avec une fréquence élevée de répétitivité. En outre, la disponibilité des archives de données de télédétection permet aux utilisateurs de comparer le climat et la végétation dans le temps ainsi que d'analyser leur évolution.

Deux principaux types de systèmes de télédétection peuvent être utilisés: les capteurs "passifs" et les capteurs "actifs". Les capteurs passifs mesurent la lumière du soleil réfléctée ou le rayonnement émis par la surface de la Terre. Comme nos yeux, ces capteurs fonctionnent dans une large mesure dans le spectre optique et produisent des images reconnaissables qui peuvent être facilement interprétées. Les capteurs passifs ne fournissent cependant pas d'informations en cas de couverture nuageuse.

Les capteurs actifs sont indépendants de la lumière du soleil, car ils disposent de leur propre source d'énergie (généralement un système à micro-ondes) dirigée vers la surface de la Terre. La détection et télémétrie par radioélectricité (RADAR), par exemple, envoie un rayonnement micro-ondes, qui rebondit sur la surface de la Terre et est enregistré à nouveau par le capteur. La quantité d'énergie reçue par le capteur est déterminée par la rugosité et la teneur en humidité de la surface, entre autres variables, et peut être interprétée en conséquence. Les images RADAR sont plus difficiles à interpréter, mais le principal avantage des capteurs actifs réside dans le fait que les images peuvent être obtenues à tout moment de la journée ou de la nuit, et ce même par temps nuageux.

Différents types de produits d'information sont issus de ces systèmes de télédétection. Parmi les produits de la télédétection les plus largement utilisés pour la surveillance agricole figurent les estimations des précipitations, l'humidité du sol, l'évapotranspiration et les indices relatifs à la végétation. Les estimations

des précipitations ou de l'humidité du sol basées sur les données satellites peuvent fournir des informations sur les conditions climatiques qui influent sur la croissance des cultures. L'évapotranspiration permet de comparer la demande en eau des cultures avec l'humidité du sol disponible. Les indices relatifs à la végétation tels que l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) ou la fraction du rayonnement photosynthétiquement actif absorbé (fAPAR), permettent de suivre la croissance et le développement des cultures au cours de la saison. Les indices relatifs à la végétation peuvent également être utilisés pour faire la distinction entre différents types de couverture des sols voire, dans certains cas, entre différents types de cultures. Il est important de distinguer la couverture des sols, et si possible les types de cultures, pour élaborer des masques qui peuvent être utilisés pour interpréter les données issues de la télédétection⁴.

Directement ou indirectement, chacun de ces produits fournit des indications sur la santé et la productivité des cultures, et ils peuvent permettre de repérer les cultures affectées par des dégâts liés au climat (par exemple, déficit pluviométrique ou inondations), des ravageurs ou des maladies.

Les données issues de la télédétection présentent plusieurs avantages par rapport aux données recueillies au sol. Par exemple, elles:

- ne présentent pas d'interruption dans l'espace, sur de vastes surfaces terrestres;
- peuvent faire l'objet de données historiques étendues;
- peuvent être disponibles quasiment en temps réel;
- peuvent être librement accessibles et disponibles en l'état;
- peuvent générer un large spectre d'indices qui détectent les changements biophysiques affectant la croissance végétale, tels que l'humidité du sol, les précipitations, la température et la verdure de la végétation, et peuvent donc permettre de calculer la perte de rendement due à des risques autres que le déficit pluviométrique;
- ne risquent guère d'être influencées par les parties impliquées dans la transaction d'assurance.

En raison de ces avantages, l'assurance indicielle basée sur la télédétection pourrait contribuer à résoudre les problèmes d'expansion et de durabilité. Toutefois, les données issues de la télédétection ne sont pas encore pleinement exploitées dans le cadre de l'assurance indicielle.

L'un des obstacles est le manque d'informations fiables sur la télédétection applicable à l'assurance indicielle, s'agissant notamment de savoir: quelles sont les différentes méthodologies envisageables et leurs combinaisons possibles; quels éléments fonctionnent le mieux, dans quelles zones et pour quels types de cultures; et comment les solutions en matière de télédétection peuvent être intégrées à l'assurance indicielle. Ces questions figurent parmi les défis que le projet vise à relever.

⁴ Un masque de culture est basé sur des données à basse résolution et correspond au pourcentage de culture représenté par un pixel. Il permet par conséquent une meilleure exploitation des pixels mélangés dans l'imagerie à basse résolution. Cette technique est de plus en plus utilisée dans les systèmes de surveillance des cultures à l'échelle régionale et mondiale.



4. Vue d'ensemble du projet

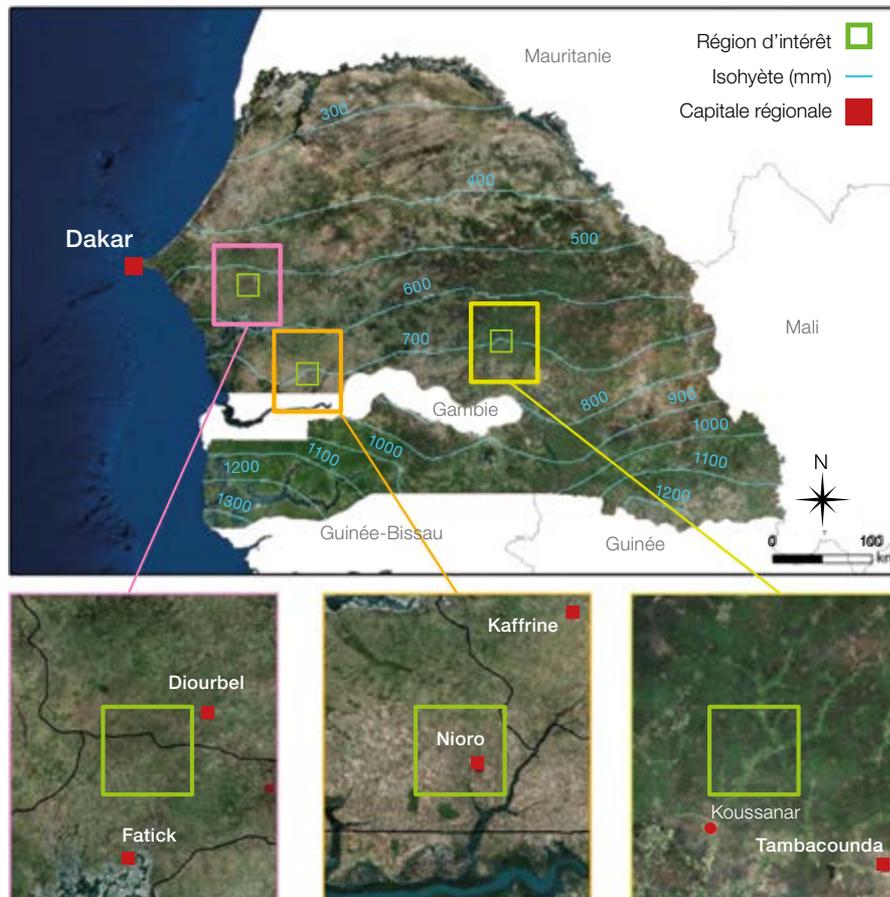
Le projet "Amélioration de la gestion des risques agricoles en Afrique subsaharienne: la télédétection pour l'assurance indicielle" a commencé par une recherche approfondie menée dans ce secteur. Cette recherche a servi de point de départ pour repérer les approches les plus prometteuses en matière de télédétection en vue d'une utilisation dans l'assurance indicielle: estimations des précipitations, estimations de l'humidité du sol, estimations de l'évapotranspiration, indices relatifs à la végétation et données du radar à synthèse d'ouverture (SAR).

Par la suite, sept fournisseurs de services de télédétection ayant une expérience des différentes approches ont été sélectionnés pour participer au projet: Environmental Analysis and Remote Sensing (EARS, Analyse environnementale et télédétection), Famine Early Warning Systems Network (FEWS NET, Réseau des systèmes d'alerte précoce contre la famine), GeoVille, International Research Institute (IRI) for Climate and Society (Institut de recherche internationale sur le climat et la société), la Faculté des sciences de géo-information et d'observation de la Terre (ITC) de l'Université de Twente, sarmap, et l'Institut flamand pour la recherche technologique (VITO), qui était également intervenu en tant que coordonnateur technique du projet.

Ces fournisseurs de services de télédétection ont appliqué différentes méthodologies pour développer des structures indicielles. Celles-ci visaient à couvrir les pertes de maïs, d'arachides et de millet au Sénégal dans trois zones typiques de petites exploitations, d'une superficie de 20 km x 20 km, connues comme étant des régions d'intérêt (voir la figure 1)⁵. Le Sénégal a été choisi comme pays pertinent à la mise à l'essai des indices de télédétection, en raison de la variabilité de ses régimes météorologiques et climatiques et de ses conditions opérationnelles favorables, qui étaient propices à la réalisation du projet. Cependant, les découvertes ont pour objet d'éclairer plus généralement le secteur au sujet de l'utilisation de la télédétection pour l'assurance indicielle.

⁵ Une zone, Diourbel, ne comprenait pas de maïs, cette culture n'y étant pas pratiquée.

Figure 1. Régions d'intérêt du projet à Diourbel, Nioro et Koussanar



Les structures conçues n'ont pas été commercialisées en tant que contrats d'assurance, mais leur performance a été évaluée pendant deux saisons par rapport aux données recueillies au sol dans chaque région d'intérêt du projet. Les méthodologies ont été évaluées par un comité d'évaluation pluridisciplinaire, afin d'en tirer des conclusions et de formuler des recommandations sur les performances des différents indices en mesure de représenter précisément les pertes de rendement dues aux conditions climatiques ou à d'autres risques (selon l'approche adoptée pour la télédétection), et la faisabilité opérationnelle de l'intégration de la télédétection dans les opérations d'assurance indicielle. Le projet était axé sur l'assurance indicielle destinée aux petits exploitants au niveau micro (voir l'encadré 3).

Encadré 3. Niveaux d'assurance indicielle

Les indices pourraient être utilisés dans des programmes d'assurance opérationnels proposés au niveau micro ou, sous une forme plus globale, au niveau méso. Même si l'assurance indicielle est distribuée par le biais d'instances fédératrices, elle est classée en tant qu'assurance indicielle au niveau micro lorsque le titulaire de la police est l'exploitant. Cela signifie que l'exploitant est directement couvert et tirerait un avantage immédiat de la couverture d'assurance, même si le produit d'assurance était combiné à d'autres services financiers et non financiers. Cette structure est la plus courante à l'échelle internationale, et diffère de l'assurance indicielle aux niveaux méso et macro.

L'assurance indicielle au niveau méso – lorsqu'une entité telle qu'une institution de microfinance est souscriptrice de la police et est responsable des décisions relatives au versement d'indemnités – présente un intérêt certain, mais les exemples opérationnels sont à l'heure actuelle très peu nombreux. L'African Risk Capacity (ARC), dans le cadre de laquelle le gouvernement est le titulaire de la police, est un exemple d'assurance indicielle au niveau macro. Les programmes aux niveaux méso et macro peuvent présenter des avantages indirects ou directs pour un petit exploitant, selon leur conception.*

*Les différents niveaux d'assurance indicielle sont présentés plus en détail dans le document FIDA-PAM, 2011.



5. Approches en matière de télédétection pour l'assurance indicielle

Les approches les plus prometteuses en matière de télédétection pour l'assurance indicielle, telles qu'identifiées au début du projet, comprenaient les estimations des précipitations, les estimations de l'humidité du sol, les estimations de l'évapotranspiration, les indices relatifs à la végétation et les données du SAR. En ayant recours à différentes méthodologies, des structures d'assurance indicielle et des produits associés ont été développés pour le projet et évalués, sur la base de chacune des approches sélectionnées qui sont traitées dans la présente section⁶.

Estimations des précipitations

Malgré le fait que les pluviomètres fournissent des informations locales très précises, celles-ci sont souvent trop limitées et réparties de manière inégale pour parvenir à analyser avec exactitude les régimes des précipitations dans l'espace et dans le temps⁷. Alors que la mise en place d'un réseau dense est coûteuse et nécessite un apport de fonds régulier pour la maintenance, les estimations des précipitations basées sur des données satellites peuvent offrir une solution pour régler ce problème. La plupart des produits relatifs aux estimations des précipitations sont disponibles quotidiennement et s'étendent sur une période de plus de 30 ans. La résolution spatiale varie d'environ 4 km à 25 km. Toutefois, il est important de noter que les satellites présentent également des lacunes: notamment, ils ne sont pas capables de mesurer directement les précipitations.

Les principaux atouts des estimations des précipitations résultant de données satellites sont liés à leur bonne couverture spatiale, y compris dans les zones reculées, et au fait qu'elles sont facilement disponibles. Parmi les applications figurent la surveillance de la sécheresse et l'alerte précoce, la modélisation des inondations, la surveillance des zones humides et la gestion de l'irrigation. Les produits d'assurance indicielle basés sur les estimations des précipitations sont compréhensibles et relativement faciles à expliquer aux petits exploitants, car ils sont étroitement liés aux précipitations mesurées. Un autre avantage est la disponibilité de longues séries d'estimations des précipitations qui remontent à 35 ans.

Cependant, les précipitations estimées à partir de produits utilisant les satellites résultent de la détection et de la mesure des nuages, et peuvent par conséquent manquer

⁶ À l'exception des données du SAR qui ont servi à la cartographie d'essai.

⁷ Washington et al., 2006: En Afrique, la densité des stations météorologiques n'atteint qu'environ 15% de celle recommandée par l'Organisation météorologique mondiale.

de précision pour un pixel unique au cours d'une journée spécifique. La présence importante de nuages complique souvent le suivi d'un système climatique spécifique par les satellites. Les précipitations, en particulier en Afrique, sont extrêmement variables, et une seule chute de pluie peut couvrir seulement quelques kilomètres. En outre, les estimations des précipitations par satellite enregistreront généralement moins d'événements de précipitations importantes et plus d'événements de faibles précipitations que les données brutes issues des pluviomètres. Les estimations des précipitations par satellite ont tendance à sous-évaluer les précipitations extrêmes par rapport aux pluviomètres. Les estimations des précipitations effectuées tous les dix jours ou chaque mois sont plus précises que les estimations quotidiennes, car une évaluation ponctuelle des précipitations est entourée d'une forte incertitude, qu'elle provienne d'un pluviomètre ou d'un satellite.

Les estimations des précipitations sont utilisées dans des programmes d'assurance indicielle opérationnels, notamment ceux conçus par l'IRI en Afrique. Les estimations des précipitations sont appropriées uniquement dans le cadre de l'assurance contre les dommages aux cultures provoqués par la sécheresse. Il n'y a pas de lien direct entre les estimations des précipitations et le rendement des cultures. De plus, la répartition temporelle des précipitations au cours de la saison de végétation revêt une importance toute particulière; par conséquent, il faut disposer d'une modélisation adéquate pour déterminer si une relation appropriée peut être identifiée. Un autre inconvénient est lié à la faible résolution spatiale des produits relatifs aux estimations des précipitations (de 5 km à 25 km) et au fait que la performance de ces différents produits varie dans l'espace et dans le temps.

Estimations de l'humidité du sol

L'humidité du sol est déterminante pour la croissance des cultures et la production agricole. Les observations issues des satellites micro-ondes actifs et passifs peuvent être utilisées pour cartographier l'humidité dans la couche supérieure du sol (< 5 cm) (Srivastava et al., 2016). La plupart des produits relatifs à l'humidité du sol sont disponibles quotidiennement. La résolution spatiale des produits globaux vont de 1 km à 50 km. Cependant, le produit à la résolution de 1 km du satellite Sentinel-1 n'était pas disponible au moment du projet. Compte tenu de la variabilité naturelle des précipitations, de la topographie, des caractéristiques du sol et des propriétés de la végétation, l'humidité du sol peut varier considérablement d'un endroit à l'autre et d'un moment à l'autre au cours de la saison. Du fait de cette variabilité naturelle de la teneur en humidité du sol et des fluctuations locales de la performance des algorithmes de l'humidité du sol par données satellites, la qualité de l'ensemble des produits relatifs à l'humidité du sol (en particulier les plus anciens) peut être assez variable (Dorigo et al., 2015).

L'humidité du sol, telle que mesurée par des techniques de télédétection, concerne uniquement les premiers centimètres du sol. Toutefois, dans le cadre de la surveillance agricole, il est plus important d'obtenir une représentation de l'humidité du sol dans la zone racinaire. Par conséquent, l'indice de l'eau du sol a été défini par l'Université technologique de Vienne (TU Wien) (Wagner, 1998) à la

fin des années 1990 pour représenter la teneur en humidité du sol dans le premier mètre du sol. Une version révisée de ce produit est mise à disposition quasiment en temps réel par le Copernicus Global Land Service.

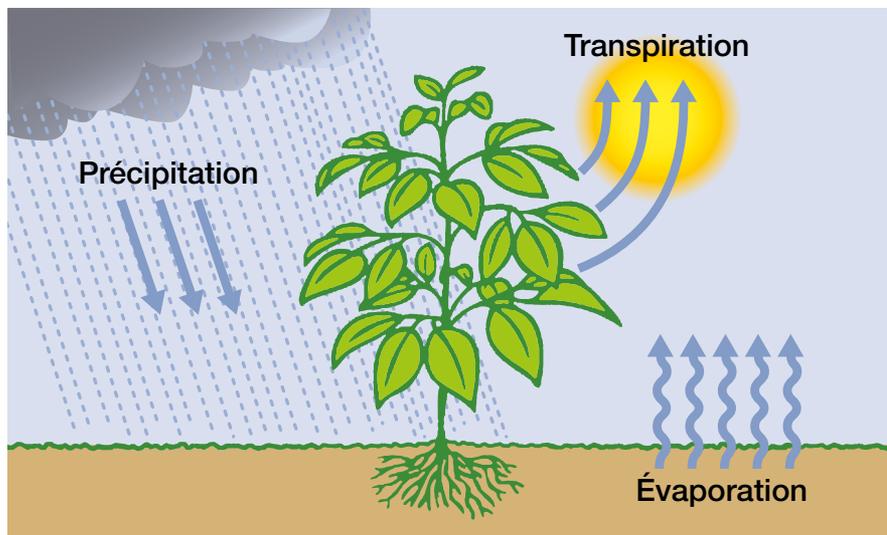
Les données relatives à l'humidité du sol provenant des satellites facilitent la surveillance des sécheresses, des inondations et des zones humides, et sont fréquemment utilisées en tant qu'éléments d'information pour la gestion de l'eau et de l'irrigation. En outre, du fait de leur disponibilité sur le long terme, ces données sont souvent utilisées pour des études climatiques.

Les données relatives à l'humidité du sol ne sont pas encore utilisées dans les programmes d'assurance indicielle opérationnels, bien que cela soit possible. Les produits d'assurance indicielle basés sur l'humidité du sol sont compréhensibles, et peuvent être relativement simples à expliquer aux petits exploitants. Autre avantage pour l'élaboration des produits d'assurance: la disponibilité des données sur le long terme. Cependant, tout comme les estimations des précipitations, les produits basés sur l'humidité du sol sont appropriés uniquement dans le cadre de l'assurance contre les dommages aux cultures dus à la sécheresse. On considère qu'une faible teneur en eau du sol entraîne une diminution de l'activité végétale et, par conséquent, une baisse des rendements des cultures. Parmi les autres inconvénients figurent la faible résolution spatiale et la précision variable de l'ensemble des produits basés sur l'humidité du sol.

Estimations de l'évapotranspiration

L'évapotranspiration (ET) est la somme de l'évaporation et de la transpiration de la végétation depuis les surfaces terrestres et océaniques de la Terre vers l'atmosphère (voir la figure 2). L'évaporation est le passage de l'eau dans l'air depuis des sources telles que le sol, l'interception par le couvert et les plans d'eau.

Figure 2. Évapotranspiration



Source: www.salinitymanagement.org.

L'évapotranspiration peut être calculée de différentes manières: en tant qu'ET réelle (ET_a, actual ET), qui correspond à la quantité d'eau qui s'évapore de la surface et est transpirée par les végétaux si la quantité totale d'eau est limitée; ou en tant qu'ET relative (ET_r, relative ET) pour fournir une indication de l'eau disponible dans la végétation dans la zone racinaire, ce qui peut être considéré comme une mesure de l'utilisation réelle de l'eau par la végétation.

Les produits d'évapotranspiration sont généralement mis à disposition tous les huit à dix jours. La résolution spatiale varie d'environ 1 km à 3 km. Selon les observations satellites utilisées, les séries chronologiques de données peuvent remonter à 35 ans.

L'évapotranspiration est un bon indicateur de la sécheresse agricole. L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a étudié la relation entre le rendement des cultures et l'utilisation d'eau à la fin des années 1970 et a proposé une équation simple, selon laquelle la réduction relative du rendement est liée à la réduction relative correspondante de l'évapotranspiration (Steduto et al., 2012).

L'évapotranspiration est une variable déterminante, qui joue un rôle stratégique dans les domaines de la gestion des ressources en eau, de l'agriculture, de l'écologie et du changement climatique. Les produits relatifs à l'évapotranspiration générés par FEWS NET sont utilisés pour la surveillance de la sécheresse agricole et l'évaluation de la sécurité alimentaire en Afrique.

Depuis 2011, EARS a développé et proposé des produits d'assurance spécifiques aux cultures, basés sur l'évapotranspiration pour le maïs, le blé, le riz, les haricots, et le coton au Bénin, au Burkina Faso, au Kenya, au Mali, au Rwanda et en Tanzanie.

Indices relatifs à la végétation

Les données satellites optiques provenant de capteurs tels que SPOT-VGT, Proba-V, NOAA/METOP-AVHRR et MODIS ont été utilisées pendant de nombreuses années par le secteur public pour surveiller et cartographier les anomalies de la végétation sur de vastes zones et pour évaluer les dégâts majeurs causés par des conditions climatiques extrêmes. Grâce à leur disponibilité fréquente, ces images sont utiles pour surveiller la croissance et le développement des cultures. L'un de leurs inconvénients réside dans leur résolution spatiale assez faible, les dimensions des pixels variant entre 250 m et 1 km. Progressivement, des images à haute résolution (10-20 m) font leur apparition, mais leur disponibilité temporelle, qui est actuellement de moins de 10 ans, est encore trop limitée pour une surveillance agricole à haute résolution. La surveillance des cultures par des images satellites optiques peut être entravée par une couverture nuageuse persistante, bien que des techniques spéciales telles que le lissage du profil ou la fusion des données soient une solution possible pour surmonter cet obstacle.

L'indice de végétation le plus connu est l'indice de végétation par différence (NDVI). C'est un bon indicateur de la quantité et de l'état de la végétation. Il existe également des indicateurs plus avancés, comme la fAPAR et l'indice foliaire (LAI, Leaf Area Index). Par rapport au NDVI, ces variables biophysiques basées sur un modèle présentent souvent une meilleure corrélation avec le rendement des cultures et la

production principale. Compte tenu de sa sensibilité au stress subi par la végétation, la fAPAR est l'un des indicateurs de sécheresse souvent utilisés par l'Observatoire européen de la sécheresse du Centre commun de recherche.

Des programmes d'assurance basés sur des indices relatifs à la végétation sont mis en œuvre sur une assez grande échelle au Canada, en Éthiopie, en Inde, au Kenya, en Espagne et aux États-Unis. Dans la plupart des cas, il s'agit de produits relatifs aux pâturages ou à l'élevage offrant une assurance contre la sécheresse, mais des produits comparables sont également conçus pour les cultures en Éthiopie avec le soutien de l'ITC.

Étant un bon indicateur du rendement et de la vigueur (ou de la santé) de la végétation, le NDVI est approprié pour une assurance indicielle proposant une couverture contre la sécheresse ou les autres risques qui ont une incidence sur le rendement des cultures (par exemple, les ravageurs ou les maladies ayant des effets visibles sur la santé de la végétation). La relation entre le NDVI et les rendements des cultures est cependant très variable, selon les cultures et les régions. Cela suppose également que des séries temporelles suffisamment longues de données sur le rendement, précises et de préférence à petite échelle, soient disponibles en vue de l'étalonnage, ce qui, dans la pratique, peut s'avérer problématique, notamment dans les pays en développement.

Données issues du radar à synthèse d'ouverture

Les données issues du radar à synthèse d'ouverture (SAR, Synthetic Aperture Radar) sont fréquemment utilisées pour la cartographie des cultures, mais elles peuvent servir également à surveiller la croissance et le développement des cultures. Les systèmes SAR peuvent traverser les nuages, ce qui constitue un avantage lors de la surveillance des cultures dans des zones fréquemment nuageuses. Les images du SAR fournissent des renseignements sur la structure d'une culture, contrairement aux images optiques, qui donnent des informations sur sa santé. En tirant profit de la sensibilité élevée du SAR quant à la rugosité et à la teneur en humidité de la surface, il est possible d'obtenir des informations supplémentaires sur la préparation du sol. Par exemple, en surveillant les changements dans la rugosité de la surface, il est possible de détecter le travail du sol et/ou des activités de plein champ spécifiques aux cultures. Les données issues du SAR sont fréquemment utilisées pour contrôler le riz au Cambodge, en Inde, en Indonésie, en Thaïlande, aux Philippines et au Viet Nam. Des produits d'assurance utilisant le SAR ont été conçus pour l'Asie du Sud-Est en collaboration avec sarmap, dans le cadre du projet RIICE.



6. Présentation des méthodologies

Chacun des fournisseurs de services de télédétection (EARS, FEWS NET, GeoVille, IRI, ITC, sarmap⁸ et VITO) a appliqué une méthodologie différente pour développer les structures d'assurance indicielle et les produits associés, selon les approches de télédétection recensées et décrites à la section 5: estimations des précipitations, humidité du sol, indices relatifs à la végétation, évapotranspiration et SAR.

Structure de l'assurance indicielle

Six fournisseurs de services de télédétection ont mis au point des indices destinés à être utilisés dans le cadre de l'assurance contre les effets de la sécheresse, ou de la sécheresse et des autres risques, sur les rendements des cultures sélectionnées dans certaines zones cultivées du Sénégal. Dans le cadre du projet, il était demandé à chaque fournisseur de mener les activités suivantes:

- analyser le profil de risque des trois régions d'intérêt au Sénégal;
- développer des indices de télédétection afin de couvrir les cultures sélectionnées contre la sécheresse, ou contre la sécheresse et les autres risques (selon les possibilités offertes par la méthodologie);
- utiliser les indices élaborés pour créer des structures d'assurance qui feront l'objet d'essais lors de deux saisons de cultures (pour obtenir des informations générales, se reporter à l'encadré 4 qui offre un aperçu des règles de base pour convertir un indice en structure d'assurance);
- analyser la possibilité de segmenter les régions d'intérêt en unités de surface pour l'assurance (USA) (différentes surfaces dans le cadre desquelles tous les titulaires de polices sont regroupés).

⁸ Dans le cadre du projet, il a été demandé à sarmap de se concentrer sur le développement de cartes et d'indicateurs de début de saison.

Attendu que le projet a pour objectif général de contribuer à l'adoption d'approches évolutives et durables de l'assurance indicielle, et d'évaluer la faisabilité de la télédétection dans le cadre d'une assurance indicielle dont les petits exploitants tireraient profit, les méthodologies ont été évaluées selon:

- la performance des différents indices, à savoir leur efficacité pour représenter avec exactitude les pertes de rendement dues aux conditions climatiques ou à d'autres risques au niveau des villages;
- la faisabilité opérationnelle et la mise en œuvre requise pour intégrer la télédétection aux opérations d'assurance indicielle.

L'évaluation de la performance des structures indicelles conçues par les fournisseurs de services de télédétection a été divisée en deux parties: la performance historique et la mise à l'essai des produits. L'analyse de la performance historique avait pour ambition de montrer dans quelle mesure les méthodologies étaient à même de reproduire la perte de récoltes au cours des dernières années dans des zones spécifiques. La mise à l'essai des produits permettait de savoir dans quelle mesure les méthodologies étaient à même de "prédire" les pertes, en analysant et en évaluant leur performance au cours des deux saisons d'essai par rapport aux données recueillies spécifiquement dans le cadre du projet.

L'applicabilité opérationnelle avait pour objet d'évaluer les caractéristiques générales des méthodologies. L'applicabilité des différentes méthodologies pour l'assurance indicielle destinée aux petits exploitants a été évaluée selon les critères suivants:

- disponibilité et source des données de base et données/informations supplémentaires;
- coût et durabilité de l'acquisition des données, de leur traitement et de développement des produits;
- propriété et transparence des méthodologies;
- performance générale et caractère approprié⁹.

⁹ Les résultats précis de l'évaluation de la performance et de l'applicabilité opérationnelle figurent dans le document FIDA-PAM, 2017. Les conclusions et recommandations générales sont incluses dans la présente publication.

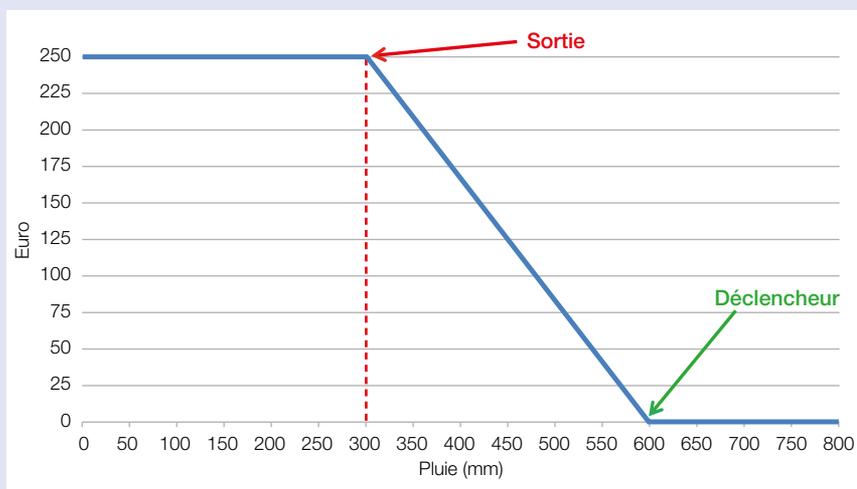
Encadré 4. Établissement des paramètres de l'assurance indicielle

La conception des produits d'assurance indicielle a pour objectif de développer un indice qui prenne en compte de manière effective la relation entre la variable indexée et la perte potentielle de récoltes, puis de définir la structure la plus efficace pour verser des indemnités en cas de pertes, en réduisant autant que possible le risque de base.

Pour convertir un indice en structure d'assurance, il est nécessaire de fixer les règles qui régissent le versement d'indemnités. Cela revient à définir:

- l'indemnité maximale: indemnité la plus élevée pouvant être versée dans le cadre du contrat;
- le déclencheur (ou choc): seuil en deçà ou au-delà duquel des indemnités sont dues;
- la sortie (ou limite): seuil en deçà ou au-delà duquel aucune indemnité progressive supplémentaire ne sera appliquée;
- la cotation (ou échelon de cotation): écart de valeur de l'indemnité progressive par unité à partir du seuil de déclenchement.

Exemple de structure d'indemnité de l'assurance indicielle



La figure ci-dessus présente un exemple de la définition de ces paramètres pour une structure d'assurance indicielle simple basée sur le déficit pluviométrique:

- l'indemnité maximale est fixée à 250 EUR
- les indemnités sont versées à chaque fois que les précipitations cumulées sont inférieures à 600 mm (déclencheur = 600 mm)
- l'indemnité maximale est versée en cas de niveaux de précipitations de 300 mm ou moins (sortie = 300 mm)
- considérant une indemnité maximale de 250 EUR, un déclencheur de 600 mm et une sortie de 300 mm, la valeur monétaire de chaque millimètre de déficit pluviométrique en deçà du seuil est:
 $250 \text{ EUR} / (600 - 300 \text{ mm})$ soit 0,8333 EUR par mm (cotation = 0,8333 EUR par mm).

Les statistiques de rendement officielles de 2001 à 2012, y compris les données correspondantes recueillies sur le terrain, ainsi que les séries d'informations qualitatives, ont été mises à la disposition des fournisseurs de services de télédétection en vue de faciliter la conception et l'étalonnage des structures d'assurance indicielle. Afin d'harmoniser les produits en vue de l'évaluation et de les rendre plus comparables, tous les fournisseurs ont ajusté ensuite les paramètres de leurs produits pour obtenir un coût moyen attendu fixe par culture (voir l'encadré 5). Ces "produits à coût moyen attendu fixe" ont servi de base pour l'évaluation de la performance.

Encadré 5. Coût moyen attendu

Le coût moyen attendu, également connu comme prime de risque pure, peut être calculé en faisant la moyenne des indemnités historiques potentielles qui auraient été versées par la structure du contrat au cours de la période en question. Le coût moyen attendu est un composant essentiel de la prime finale facturée à l'assuré. Il s'agit par conséquent d'une variable importante qui doit être prise en compte dans l'évaluation de la faisabilité d'une proposition d'assurance*. Les structures d'assurance indicielle élaborées selon des méthodologies différentes peuvent être davantage comparables si elles sont mises en place pour des produits présentant des coûts de prime similaires (toutes choses égales par ailleurs, un produit d'assurance ayant un coût moyen attendu supérieur serait plus coûteux, car il octroierait des indemnités plus élevées et plus fréquentes).

* La prime commerciale finale doit être gonflée pour tenir compte de l'incertitude entourant les données, du coût de réassurance, des marges de l'assureur (y compris les frais de distribution et frais généraux), et de tout autre coût lié aux pratiques commerciales.

Il existe de nombreuses manières de structurer les produits d'assurance indicielle, dans la mesure où la conception dépend de la variable à indexer, de l'objet de la couverture et des diverses conditions opérationnelles. Les options de conception présentées dans le tableau 1 ont un effet déterminant sur la nature du produit d'assurance qui doit être proposé, et faisaient partie des produits développés par les fournisseurs de services de télédétection.

Tableau 1: Options de conception des produits pour l'assurance-récolte indicielle

Paramètre du produit	Options	Explication
Variable indicielle (basée sur la télédétection)	Basée sur les entrées (par exemple, précipitations)	Dans l'assurance indicielle basée sur la télédétection, l'indice concerne le côté entrée ou le côté sortie du processus de production agricole.
	Basée sur les sorties (par exemple, rendement ou estimation du rendement)	<ul style="list-style-type: none"> Les méthodologies basées sur les entrées – telles que les estimations des précipitations et l'humidité du sol – prennent uniquement en considération l'impact de la sécheresse sur la production agricole et sont axées sur une variable d'entrée (précipitations); les autres sources de risque pour la production (comme les ravageurs et les maladies) ne sont pas prises en compte. Les méthodologies basées sur les sorties – telles que les indices de végétation ou d'évapotranspiration – prennent en considération les variables liées aux sorties (quantité de végétation, évapotranspiration, etc.), et assurent donc probablement une meilleure concordance avec les variations de rendement provoquées par la sécheresse et par d'autres sources de risque*.
Mesure de déclenchement pour la variable indicielle	Cumulative	La manière dont le point de déclenchement est déterminé peut être définie de différentes façons.
	Moyenne	La variable en question peut être mesurée par:
	Maximale	une valeur cumulative (par exemple la somme en millimètres des précipitations sur une période donnée);
	Minimale	une moyenne sur une période donnée (par exemple, la température moyenne); ou une valeur maximale ou minimale à atteindre pour qu'une indemnité soit versée (par exemple, températures élevées ou basses).
Période couverte par l'indice	Cycle de vie complet des cultures	Le produit d'assurance peut couvrir l'intégralité du calendrier des cultures, des semis jusqu'à la récolte, ou cibler uniquement des portions spécifiques du cycle de vie des cultures qui sont exposées à des types de risque particuliers (floraison, maturité, etc.).
	Fractions du cycle de vie des cultures	
Début de la période de couverture	Fixe	La possibilité de concevoir un début dynamique de la campagne agricole est particulièrement pertinente, lorsque le début de certaines activités agricoles et de la plantation est strictement lié à des conditions environnementales déterminées.
	Dynamique	Pour certains types de produits d'assurance, si la période de couverture et le calendrier des cultures ne sont pas synchronisés, la probabilité d'une augmentation du risque de base est très élevée. Plus d'informations sur les dates du début de saison figurent dans l'encadré 6.

Paramètre du produit	Options	Explication
Nombre de phases selon lesquelles la période de couverture est divisée	Généralement 1 à 3 phases	Outre la disposition prévoyant un début dynamique, la performance de la structure d'assurance peut être améliorée grâce à une caractéristique du contrat qui rend compte de la progression de la variable indicielle dans les différentes sections du calendrier des cultures. Le cycle de vie des cultures peut être segmenté en différentes phases, chacune avec son propre indice et sa propre période définie, ce qui permet d'éviter que la valeur cumulative globale de l'indice ne dissimule des dégâts résultant d'événements survenus au cours d'une phase spécifique de développement des cultures. La structure réelle d'un contrat divisé en phases dépend de la culture/variété et de l'emplacement.
Structure des indemnités	Progressive Somme forfaitaire (indemnité à montant unique)	L'indemnité déclenchée par une structure indicielle peut être progressive, comme dans le cas présenté à l'encadré 4, lorsque l'on considère que les dégâts s'aggravent à mesure que l'écart par rapport au seuil de déclenchement augmente; ou bien le versement d'une somme forfaitaire peut être prévu si un événement de type "tout ou rien" est couvert, notamment dans les cas où le fait d'atteindre un seuil particulièrement sensible (par exemple, une température critique) entraîne une perte totale.

*Dans la mesure où les causes des pertes enregistrées dans les analyses du projet étaient principalement liées à des déficits pluviométriques, l'évaluation de la performance des méthodologies basées sur les entrées n'a sans doute pas été affectée de manière négative par l'occurrence d'événements engendrant des pertes autres que des déficits pluviométriques.

Les fournisseurs de services de télédétection EARS, FEWS NET, GeoVille, IRI, ITC et VITO ont utilisé des méthodologies différentes pour obtenir les indices et ont sélectionné des options de conception des produits pour élaborer les structures des contrats:

- **Méthodologie EARS.** L'évapotranspiration relative, calculée à partir des données Météosat via le système de suivi du bilan de l'énergie et de l'eau (EWBMS, Energy and Water Balance Monitoring System), est utilisée dans le cadre du développement du produit d'assurance. Le déclencheur et la sortie du produit d'assurance sont définis en fonction de l'évapotranspiration relative et du début de la saison de croissance.
- **Méthodologie GeoVille.** Le produit d'assurance de GeoVille est basé sur les estimations de l'humidité du sol obtenues grâce au satellite européen de télédétection (ERS, European Remote Sensing) et sur les observations provenant du diffusomètre à micro-ondes de pointe (ASCAT, Advanced Scatterometer). Les indemnités sont basées sur le déficit d'humidité du sol (la différence entre la moyenne à long terme et les conditions d'humidité du sol de l'année concernée) pour la plage du cycle de vie des cultures en question, qui correspond à la période déterminante pour le rendement des cultures.

- **Méthodologie FEWS NET.** Des composites à huit jours de la température de la surface terrestre MODIS sont utilisés comme principal élément d'information pour établir un modèle simplifié de bilan énergétique de la surface, qui estime l'évapotranspiration réelle (ETa) à la surface terrestre. Ces informations sont regroupées par rapport au calendrier des cultures de la FAO pour le Sénégal, pour les différentes cultures (maïs, millet et arachides). Des fonctions de vulnérabilité sont définies selon les profils de risque des cultures en cas de sécheresse. Ces modèles de vulnérabilité étalonnés par culture pour les différentes régions d'intérêt constituent le fondement des contrats d'assurance.
- **Méthodologie IRI.** Le processus de conception de l'indice de l'IRI est basé sur la mesure des précipitations au cours de périodes clés de la saison de croissance. Les estimations des précipitations obtenues par télédétection sont analysées sur différentes périodes pour mieux représenter les années défavorables au Sénégal. L'indice est basé sur le volume des précipitations au cours d'une période spécifique de la saison de croissance pour les différentes régions d'intérêt.
- **Méthodologie ITC.** D'après les données historiques SPOT-VEGETATION du NDVI, trois cartes de cultures (pour le millet, le maïs et les arachides) sont générées pour le Sénégal. Au niveau des villages, ces cartes sont utilisées pour extraire les profils temporels du NDVI pour les différentes cultures. Les valeurs du NDVI (dont la tendance a été éliminée), qui rendent compte du début variable de la saison de croissance, sont ensuite utilisées conjointement aux valeurs de rendement des villages, afin de développer des modèles de rendement spécifiques aux cultures pour le Sénégal. Les estimations de rendement par pixel, regroupées ensuite au niveau de la région d'intérêt, servent à définir la couverture de l'assurance.
- **Méthodologie VITO.** Des modèles de rendements spécifiques aux régions et aux cultures sont établis en se fondant sur des combinaisons d'indices relatifs à la végétation (fAPAR résultant de données SPOT-VEGETATION/Proba-V) et d'estimations des précipitations regroupées sur des périodes critiques de la saison de croissance. Les statistiques de rendement sont utilisées pour étalonner ces modèles. Les estimations de rendement générées par les modèles constituent le fondement des contrats d'assurance.

Les méthodologies appliquées et les structures de contrat établies ont servi de base pour l'évaluation de la performance. La plupart des indices développés sont spécifiques aux cultures, divisés en fractions de cycle de vie des cultures (état végétatif, floraison, détermination du rendement) et étalonnés selon les statistiques de rendement historiques (au niveau des départements et des villages)¹⁰. Tous les produits adoptent une mesure cumulative pour le déclenchement d'une indemnité et présentent une structure progressive des indemnités (plus l'écart par rapport au seuil de déclenchement est important, plus l'indemnité est élevée). Les différentes méthodologies de télédétection et options de conception des produits sont indiquées

¹⁰ Le département, qui est une zone administrative, est l'unité officielle de collecte des données de la *Direction de l'Analyse de la Prévision des Statistiques* du Ministère de l'agriculture au Sénégal, qui est chargée de recueillir les statistiques agricoles. Dans le cadre du projet, les données de rendement des cultures au niveau du terrain, qui constituent la base des statistiques du département, ont également été recueillies.

dans le tableau 2.

Tableau 2. Présentation des méthodologies de télédétection et des options de conception des produits

Fournisseurs de services de télédétection	Présentation des méthodologies de télédétection			
	Type de produit/approche de la télédétection	Données de télédétection utilisées (y compris la résolution spatiale)	Type d'indice (basé sur les entrées ou sur les sorties)	Cible de l'indice
EARS	Évapotranspiration relative (ETr) Début de saison basé sur l'ETr	ETr basée sur des messages (3 km x 3 km)	Estimation du déficit de rendement (indice basé sur les sorties)	Spécifique aux cultures
GeoVille	Estimation de l'humidité du sol basée sur la technologie radar Détection du début de la saison basée sur l'indice d'eau du sol	Résolution ERS (25 km x 25 km) et METOP ASCAT (25 km x 25 km)	Estimations de l'humidité du sol (indice basé sur les entrées)	Générale
FEWS NET	Évapotranspiration réelle (ETA)	ET basée sur MODIS (1 km x 1 km)	Estimation du déficit de rendement (indice basé sur les sorties)	Spécifique aux cultures
IRI	Estimations des précipitations (RFE)	ARC RFE 2 basées sur NOAA (10 km x 10 km)	Déficit pluviométrique (indice basé sur les entrées)	Générale
ITC	Indices de végétation (NDVI)	NDVI SPOT-VGT/ Proba-V (1 km x 1 km)	Estimation du déficit de rendement (indice basé sur les sorties)	Spécifique aux cultures
VITO	Indices de végétation (fAPAR) Estimation du début de la saison basée sur les estimations des précipitations	fAPAR SPOT-VGT/ Proba-V (1 km x 1 km) et estimations des précipitations TAMSAT (4 km x 4 km)	Estimation du déficit de rendement (indice basé sur les sorties)	Spécifique aux cultures

Note: ARC2 = Africa Rainfall Climatology (Climatologie des précipitations en Afrique) version 2; ASCAT = Advanced Scatterometer (Diffusomètre de pointe); EARS = Environmental Analysis and Remote Sensing (Analyse environnementale et télédétection); ERS = European Remote Sensing satellite (satellite européen de télédétection); ETr = relative evapotranspiration (évapotranspiration relative); fAPAR = fraction of Absorbed Photosynthetically Active Radiation (fraction de rayonnement photosynthétiquement actif absorbé); FEWS NET = Famine Early Warning Systems Network (Réseau des systèmes d'alerte précoce contre la famine); IRI = International Research Institute for Climate and Society (Institut de recherche internationale sur le climat et la société), Université de Columbia; ITC = Faculté des sciences de géo-information et d'observation de la Terre, Université de Twente; METOP = Meteorological Operational Satellite (satellite météorologique opérationnel); MODIS = moderate-resolution imaging spectroradiometer (radiomètre spectral pour imagerie de résolution moyenne); MSG = Meteosat Second Generation (Meteosat deuxième génération); NDVI = Normalized Difference Vegetation Index (indice de

Options de conception de produits		
Période couverte	Nombre de phases	Début de la période de couverture
Cycle de vie complet des cultures	Une ou trois phases	Dynamique
Phase de croissance	Une	Dynamique
Cycle de vie complet des cultures	Une	Fixe
Deux créneaux fixes au début et à la fin du cycle de vie des cultures avec un intervalle vers le milieu de la période couverte	Deux	Fixe
Cycle de vie complet des cultures	Une	Dynamique
Cycle de vie complet des cultures	Une	Dynamique

végétation par différence normalisée); NOAA = National Oceanic and Atmospheric Administration (Administration océanique et atmosphérique nationale des États-Unis); PROBA-V = Project for On-Board Autonomy – Vegetation (Projet d'autonomie embarquée [satellite] – Végétation); SPOT-VGT = Satellite Pour l'Observation de la Terre Végétation; TAMSAT = Tropical Applications of Meteorology using SATellite Data and Ground-based Observations (Applications tropicales de météorologie utilisant des données satellites et des observations au sol); VITO = Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (Institut flamand pour la recherche technologique).

Encadré 6. Identification du début de la saison

La date du début de la saison est un paramètre important, qui est fréquemment utilisé dans la conception de l'assurance indicielle pour les cultures. Cette date peut correspondre au moment des semis ou au moment de l'émergence des plantes. Les contrats indiciels peuvent inclure des dispositions spécifiques visant à synchroniser la couverture d'assurance avec le calendrier réel des cultures (par exemple, il peut être prévu que la couverture du contrat entre en vigueur lorsque les précipitations atteignent un seuil spécifique par jour ou par décade, à savoir une période de 10 jours). Les fournisseurs de services de télédétection EARS, GeoVille, sarmap et VITO ont mis à l'essai des méthodologies basées sur différentes approches, afin de déterminer si elles étaient en mesure de prendre correctement en compte la date du début de la saison.

Des recherches au sol indiquent que, compte tenu des changements survenus dans les régimes climatiques et des problèmes susceptibles d'affecter la fourniture d'intrants, la période des semis tend à être moins prévisible que par le passé. Par conséquent, l'adoption des approches de télédétection basées sur les entrées, qui contrôlent réellement la situation au sol, peut permettre d'obtenir des résultats plus précis que la détermination de la date du début de la saison sur la base d'approches de télédétection basées sur les sorties au cours de périodes spécifiques.

Unité de surface pour l'assurance

Un problème fondamental rencontré lors de la conception de l'assurance indicielle est la définition de l'unité de surface pour l'assurance (USA). Cette unité est la zone géographique au sein de laquelle l'indice spécifique est appliqué et où les titulaires de polices paient le même taux de prime et sont en droit de recevoir les mêmes indemnités unitaires.

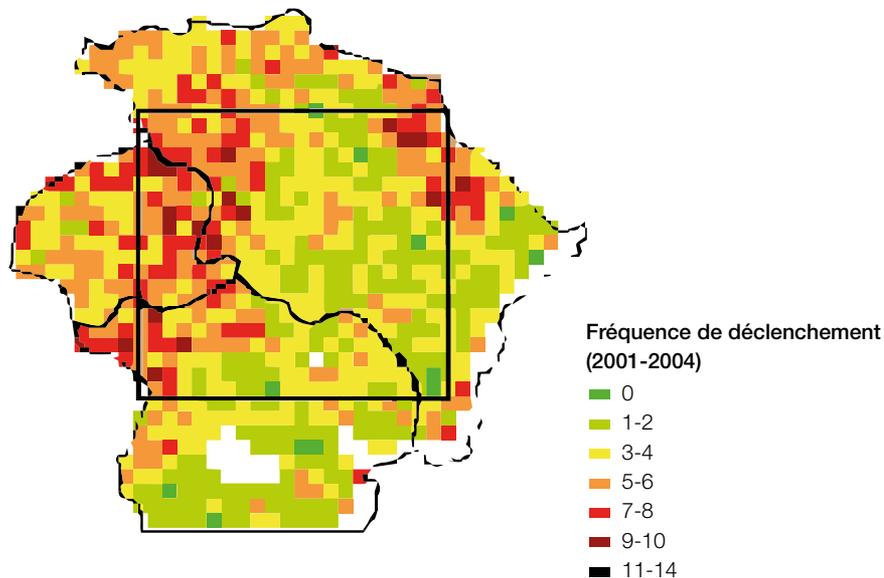
Lors du développement d'indices basés sur des données météorologiques provenant de stations terrestres, la zone devant être couverte par un indice spécifique est délimitée en fonction des caractéristiques des régimes météorologiques locaux. Dans ce cas, l'USA est habituellement représentée par des cercles de rayons différents, généralement de 5 km à 20 km, selon les caractéristiques climatiques de la zone¹¹. Dans le cadre de la télédétection, l'élément de base spatial est le pixel, ainsi les USA peuvent être développées comme étant un groupement de pixels, selon la résolution de la méthodologie de télédétection. Tandis que les données à haute résolution peuvent être extrêmement efficaces pour la cartographie, le zonage et la classification détaillés du profil de risque, les indices finaux développés pour les applications d'assurance doivent couvrir géographiquement une partie importante des zones sélectionnées, qui sera définie comme étant l'USA. La définition d'unités aux dimensions trop réduites serait contraire aux principes de l'assurance indicielle¹².

¹¹ Selon l'orographie – le relief – de la zone, l'USA peut également revêtir différentes formes.

¹² Cette condition n'implique aucunement que la mise en œuvre de l'assurance dans des zones aux dimensions réduites est impossible ou déconseillée, mais simplement que ces produits seraient plus proches des contrats d'assurance-récolte destinés à des agriculteurs individuels, ce qui ne correspond pas à l'objet spécifique du projet. Dans le même temps, il convient également de rappeler que le risque de base est susceptible d'augmenter si les dimensions de l'USA augmentent.

Dans le cadre du projet, il a été demandé aux fournisseurs de services de télédétection d'évaluer s'ils fractionneraient chaque région d'intérêt en plusieurs USA (voir un exemple à la figure 3) compte tenu de l'homogénéité spatiale des zones en question.

Figure 3. Carte indiquant la fréquence des versements d'indemnités



Remarque: La figure présente la carte indiquant la fréquence des versements d'indemnités pour les arachides à Nioro, pour les régions d'intérêt (carré tracé en noir) développées par VITO, l'un des fournisseurs de services de télédétection. Cette carte indique le nombre de fois où l'indice a atteint le seuil de déclenchement au niveau pixel au cours de la période 2001-2014, et elle semble suggérer que la partie gauche de la région d'intérêt présente un profil de risque plus prononcé. En conséquence, la région d'intérêt pourrait être segmentée en différentes unités de surface pour l'assurance.

Cartes et masques des cultures

Les images satellites sont fréquemment utilisées pour cartographier des zones cultivées (terres cultivées) ou pour cartographier des types de cultures spécifiques.

Les cartes des terres cultivées ou des types de cultures sont des images dans lesquelles une catégorie (une terre cultivée ou une culture spécifique) est attribuée à chaque pixel. Ces cartes peuvent permettre de localiser des terres cultivées ou des cultures spécifiques. Des cartes des terres cultivées très détaillées peuvent être utilisées pour effectuer une "déconvolution" du signal d'images satellites moins détaillées. Les cartes peuvent également être converties en masques, qui consistent à extraire une seule catégorie de la carte. Ces masques peuvent être utilisés pour réaliser des analyses spécifiques à une catégorie (comme le suivi spécifique aux cultures ou développement de produit d'assurance).

Il a été demandé expressément à un fournisseur de services de télédétection, sarmap, d'établir des cartes basées sur des données issues du SAR¹³ pour les différentes régions d'intérêt du Sénégal. Le but de cette activité était d'analyser, au sein des régions d'intérêt:

- si les zones cultivées pourraient être cartographiées;
- si les différents types de cultures pourraient être cartographiés;
- comment ces cartes pourraient être utilisées pour améliorer les produits d'assurance (notamment pour développer des produits spécifiques aux cultures ou définir des USA).

Dans le cadre du développement d'indices et de structures, certains des autres fournisseurs de services de télédétection ont également développé et/ou utilisé des cartes et des masques qui, contrairement à sarmap, étaient basés sur des données satellites optiques. L'ITC a établi trois cartes indiquant respectivement les zones de production du millet, des arachides et du maïs. Ces cartes ont été également utilisées pour produire les données NDVI spécifiques aux cultures utilisées pour le développement de modèles. FEWS NET a également eu recours aux cartes créées par l'ITC pour déterminer la vulnérabilité des cultures face à la sécheresse et les fonctions d'indemnisation. VITO a appliqué un masque de terres cultivées afin de limiter l'analyse aux zones de terres cultivées.

¹³ sarmap a utilisé des données COSMO-SkyMed (3 m x 3 m) provenant de l'Agence spatiale italienne et des images Sentinel-1A (20 m x 20 m).

Les conséquences de l'intégration d'informations relatives aux terres cultivées ou aux types de cultures dans les structures indicielles ne rentrent pas dans le cadre de l'analyse de la performance ou de l'évaluation du projet. Cependant, l'analyse globale de la performance des produits semble indiquer que l'intégration de cartes des types de cultures et, dans une moindre mesure, de cartes des terres cultivées, influe favorablement sur la performance des produits d'assurance, notamment en ce qui concerne les indices spécifiques aux cultures. Cet effet est peut-être dû au fait que certains produits ont enregistré de meilleurs résultats dans des zones où une culture prédomine, ce qui crée un signal de télédétection plus clair par rapport aux signaux provenant de zones de cultures mixtes, où la performance était moins bonne.



7. Découvertes

Des conclusions générales ont été tirées des résultats des évaluations détaillées, qui avaient pour ambition d'évaluer, dans le cadre du projet, la faisabilité de la télédétection pour l'assurance indicielle. Les découvertes du projet sont divisées en trois domaines, comme suit:

- performance des méthodologies de télédétection appliquées dans le cadre du projet;
- caractéristiques techniques des structures d'assurance indicielle basées sur les données de télédétection;
- applicabilité opérationnelle des programmes d'assurance indicielle basés sur les données de télédétection.

Performance des méthodologies de télédétection

Dans le cadre du projet, l'évaluation des performances des méthodologies de télédétection s'est déroulée en deux phases: (i) l'analyse des performances historiques; et (ii) la mise à l'essai des produits. L'analyse des performances historiques des produits d'assurance indicielle a été réalisée à l'aide des données de rendement historiques. Les produits ont été mis à l'essai sur deux saisons au cours du projet, tandis que la performance était analysée à l'aide des données de rendement recueillies dans le cadre du projet. Les découvertes globales tirées de l'évaluation de la performance sont les suivantes.

1. Le manque d'informations recueillies au sol et de données de rendement appropriées est l'un des défis majeurs auxquels se heurtent la conception et la mise à l'essai de l'assurance indicielle.

En se concentrant sur les données satellites, on tend à négliger le rôle fondamental des données pertinentes recueillies au sol, notamment les données de rendement, qui sont nécessaires pour concevoir, étalonner et valider les indices. Pour tirer des conclusions fiables et significatives sur l'utilisation de différents produits de télédétection dans le cadre de l'assurance indicielle, il faut disposer d'une importante quantité de données de rendement historiques et d'informations recueillies au sol de bonne qualité, à des niveaux d'agrégation spatiale correspondant aux exigences des méthodologies adoptées. Dans les pays en développement, des données appropriées sont rarement disponibles. Les problèmes de disponibilité de données de rendement appropriées rencontrés dans le cadre du projet ont confirmé ce constat, s'agissant notamment des données de rendement de référence utilisées pour la conception des indices, l'étalonnage et l'essai des produits, dont le niveau d'agrégation n'était pas idéal compte tenu des régions d'intérêt sélectionnées. Par conséquent, malgré la précision des

procédures méthodologiques adoptées, les résultats du projet sont caractérisés par un certain degré d'incertitude dû à l'absence de séries idéales de données de rendement.

2. La conception des produits a un effet déterminant sur la performance.

La conception des produits influe largement sur la capacité des méthodologies de télédétection à prendre en compte les pertes de productivité. Certains fournisseurs de services de télédétection ont modifié leur conception entre les essais effectués au cours de la première et de la deuxième années, ce qui a permis d'améliorer considérablement la performance de leurs structures. D'autres améliorations pourraient être apportées en matière de conception des produits dans le cadre de programmes opérationnels, si les fournisseurs avaient la possibilité d'effectuer des recherches supplémentaires au sol et d'interagir davantage avec des spécialistes locaux.

3. Les analyses du projet indiquent que, dans l'ensemble, la performance historique des structures d'assurance indicielle n'est pas optimale.

Même si la performance historique n'est pas une garantie quant au comportement futur, son analyse peut fournir des indications sur la manière dont les indices sont liés à la variabilité des récoltes. Les principales découvertes de l'analyse de la performance historique sont les suivantes:

- (i) Malgré de grandes différences entre les produits des divers fournisseurs de services de télédétection, la capacité des structures indicielles de télédétection à suivre l'évolution antérieure des pertes subies par les cultures situées dans les zones d'essai n'est pas optimale.
- (ii) Les importantes limitations concernant les données de rendement de référence disponibles rendent l'établissement de déclarations définitives et objectives difficile, et la performance modeste des structures indicielles peut être en partie attribuée à la nature et à l'agrégation des données de rendement.

Il est important de noter que ces découvertes ne peuvent être généralisées, dans la mesure où elles s'appliquent uniquement aux cas étudiés dans le cadre du projet, et que l'analyse des essais relatifs aux produits donne des indications plus pertinentes sur la performance des structures indicielles¹⁴.

4. Les cartes et masques des cultures peuvent améliorer la performance.

Certains fournisseurs de services de télédétection ont adopté ou développé des cartes et des masques avec pour objectif d'identifier l'utilisation des terres et d'explorer la possibilité de différencier les différentes cultures. En outre, il a été expressément demandé à l'un des fournisseurs d'effectuer des recherches spécifiques sur l'utilisation de données issues du SAR pour cartographier l'utilisation des sols et les cultures. Le raisonnement qui sous-tend l'objectif de la cartographie est le suivant:

¹⁴ Une ventilation complète des différents résultats de la mise à l'essai des produits et de l'analyse de la performance historique figure dans le document FIDA-PAM, 2017.

certaines méthodologies du projet, notamment celles estimant la performance des cultures sur le terrain, telles que les approches basées sur des indices relatifs à la végétation et sur l'évapotranspiration, pourraient donner de meilleurs résultats si elles étaient à même de segmenter les zones à surveiller.

Le fait d'associer la cartographie ou le masquage des cultures à une autre méthodologie de télédétection pourrait permettre de concevoir des structures indicielles plus spécifiques aux cultures. Les produits d'assurance spécifiques aux cultures qui sont disponibles à l'heure actuelle intègrent des informations sur les zones cultivées ou les zones de production typiques consacrées à une certaine culture, mais de manière limitée seulement. Actuellement, aucune information n'est disponible sur l'emplacement exact des cultures assurées. Des cartes spécifiques aux cultures mises à jour annuellement permettraient d'améliorer considérablement les structures d'assurance. Toutefois, cela risquerait également de rendre plus complexe le traitement des données effectué par les fournisseurs de services de télédétection en vue de créer des structures de contrats d'assurance indicielle.

5. Les méthodologies basées sur les indices relatifs à la végétation permettaient de suivre l'évolution passée des pertes avec une plus grande précision. L'utilisation de cartes et de masques des cultures ainsi que la combinaison de diverses approches de la télédétection pourraient avoir contribué à obtenir une performance relativement meilleure.

Les deux méthodologies basées sur des indices relatifs à la végétation ont utilisé des cartes ou des masques des cultures pour repérer les sections des régions d'intérêt qui devraient être surveillées dans le cadre de la structure indicielle. Il est possible que cela ait eu un effet significatif sur leur performance. En outre, l'une de ces méthodologies a adopté une approche hybride, associant un indice de végétation à des estimations des précipitations. Il n'est pas certain que l'amélioration de la performance soit principalement due à l'action effective des indices relatifs à la végétation et au fait que la résolution soit meilleure que pour les méthodologies basées sur les entrées, ou bien que l'utilisation de cartes ou de masques des cultures et la synergie entre les différentes approches de télédétection jouent un rôle significatif. Des recherches ultérieures seraient donc nécessaires.

6. Les essais de produits indiquent que les structures indicielles développées n'auraient pas permis de suivre la variabilité du rendement à un niveau satisfaisant.

Les données et informations recueillies au sol en 2013 et 2014 ont permis de réaliser des essais utiles, bien que limités, dans la mesure où ils n'ont pas été utilisés pour concevoir des produits. Ils peuvent par conséquent être considérés comme des essais "prédictifs" indépendants. Cependant, un grand nombre d'asymétries a été constaté entre les indemnités déclenchées par un indice et les indemnités légitimement attendues.

Il convient de prendre particulièrement en compte ces asymétries pour l'année 2014, que les rapports de surveillance au sol décrivent comme une année à pertes et,

par conséquent, l'une des années où les structures indicielles devraient fonctionner de manière appropriée¹⁵.

7. La performance des méthodologies de télédétection développées dans le cadre du projet varie selon les cultures et les zones.

Les structures d'assurance indicielle donnent des résultats différents selon les cultures sélectionnées et les sites d'essai. Ces indications démontrent que, pour des essais si complexes, il est difficile de généraliser les découvertes issues de l'évaluation, qui dépendent dans une large mesure des conditions opérationnelles spécifiques. La mise en place d'essais similaires dans d'autres régions et dans des environnements différents peut permettre de mieux comprendre le potentiel particulier de chaque outil examiné.

8. Il peut être utile d'adopter des méthodologies de télédétection pour identifier les phases clés du cycle de vie des cultures, telles que les dates du début ou de la fin de la saison.

Les contrats indiciels peuvent inclure des dispositions spécifiques visant à synchroniser le contrat avec le calendrier réel des cultures, de sorte que la couverture commence lorsque la culture entre dans la phase de croissance requise. Dans le cadre du projet, les estimations de la date du début de la saison obtenues par télédétection ont été comparées aux observations recueillies au sol par l'organisme de surveillance. Il a également été démontré que certaines méthodologies étaient en mesure de détecter le début réel de la saison de croissance. La technologie de télédétection pourrait également être utilisée pour détecter la date de début de saison dans les structures de contrat basées sur des données mesurées au sol.

Caractéristiques techniques des structures d'assurance

Au-delà de la performance des méthodologies spécifiques, le projet a généré des découvertes globales relatives aux caractéristiques techniques des structures d'assurance indicielle basées sur les données de télédétection.

1. La variabilité des rendements entre les agriculteurs au sein des régions d'intérêt peut soulever des défis pour la mise en œuvre de l'assurance indicielle.

Le rendement et les pertes de rendement ont constitué la référence pour mesurer la performance des indices créés. Dans la mesure où les agriculteurs des régions d'intérêt utilisent généralement peu d'intrants agricoles (tels que les engrais) et ne produisent pas de manière intensive, la variabilité des rendements est élevée. Pour les mêmes raisons, les écarts entre les rendements réels et les rendements qui pourraient être obtenus avec des semences et des intrants améliorés sont importants. Outre les écarts de rendement attribuables aux pratiques culturales, les régimes de pluies locaux peuvent différer considérablement, et les déficits de rendement peuvent également être dus à d'autres risques, tels que les ravageurs, les maladies et les inondations.

¹⁵ Toutefois, il est également vrai que l'interprétation de l'analyse des essais est compliquée par la présence d'une source potentielle de bruit dans les données de rendement de référence.

2. Les méthodologies basées sur les entrées et celles basées sur les sorties offrent des options différentes pour l'assurance indicielle.

Selon l'objectif de la police d'assurance, il faut décider s'il convient d'utiliser des indices basés sur les entrées ou sur les sorties. Les indices basés sur les entrées, tels que ceux utilisant les estimations des précipitations et l'humidité du sol, sont axés sur les variables qui influent sur la production. Ils mesurent les facteurs déterminants pour la croissance des cultures et, en définitive, les rendements. Les indices basés sur les sorties, tels que ceux basés sur l'évapotranspiration ou les indices relatifs à la végétation, visent à suivre directement l'évolution de la productivité. Ils s'appuient sur des informations sur les conditions réelles au sol, telles que la vigueur ou la transpiration des cultures. Les mesures basées sur les sorties correspondent à la mesure moyenne sur des pixels où il pourrait y avoir un vaste mélange de types de cultures et une autre couverture des sols typique de la petite agriculture. En revanche, les données utilisées dans le cadre des méthodologies basées sur les entrées sont beaucoup moins dépendantes des conditions réelles au sol. Dans l'assurance indicielle, les indices basés sur les entrées (comme les indices basés sur les précipitations ou sur l'humidité du sol) devraient permettre d'estimer les pertes de rendement attendues à cause de la sécheresse, tandis que les indices basés sur les sorties (comme les indices basés sur l'évapotranspiration ou la végétation) devraient permettre d'estimer les pertes de rendement imputables à un éventail plus large de risques.

3. Les petites exploitations produisent un signal au sol complexe aux fins de l'interprétation des méthodologies de télédétection basées sur les sorties.

Les exploitations commerciales plus grandes (avec de vastes champs et des zones cultivées continues) produisent de meilleurs signaux de télédétection qui reflètent de manière plus uniforme la situation, s'agissant de la croissance d'un type de culture particulier. *A contrario*, les petites exploitations sont caractérisées par des champs de plus petites dimensions, des types de cultures diversifiés et des proportions différentes entre les cultures et les autres types de couverture des sols, et les rendements varient énormément entre agriculteurs et entre villages. Du fait de cette situation, le signal au sol est complexe aux fins de l'interprétation de la télédétection basée sur les sorties, qui mesure la valeur moyenne pour le pixel.

4. Les méthodologies appliquées ne peuvent pas faire la distinction entre les performances de rendement des différents types de cultures dans des zones cultivées très diversifiées au niveau local (villages).

Le développement de produits d'assurance indicielle spécifiques aux cultures requiert des informations plus détaillées. Il faut par exemple connaître l'emplacement exact du type de culture ciblé, de sorte que le signal satellite puisse être dissocié afin d'obtenir des informations pour un seul type de culture. Ces renseignements sont rarement disponibles. Par conséquent, les produits d'assurance basés sur des indices ayant une résolution faible à moyenne donnent généralement de meilleurs résultats dans des régions homogènes ou dans lesquelles des cultures différentes réagissent

de manière analogue à la sécheresse, mais leur performance risque de ne pas être aussi bonne dans des environnements plus complexes. Pour remédier à ce problème, les types de cultures prédominants ont fait l'objet d'estimations dans le cadre de certaines méthodologies. En outre, les paramètres indiciaires (y compris les dates de prise d'effet et les fenêtres d'assurance) nécessitent également de connaître les dates du début de la saison, les types de cultures et leur durée de maturité. Il faut pour cela connaître, pendant la phase de conception des produits, les pratiques culturelles locales, le bilan hydrique normal du sol, les variétés de cultures et la capacité de conservation de l'humidité du sol. En outre, dans la mesure où les cultures mixtes et les champs aux dimensions réduites prédominent dans la petite agriculture, les signaux reçus par les capteurs représentent une moyenne pour plusieurs cultures, et ce même pour la télédétection à résolution plus élevée. Ainsi, il peut devenir difficile de concevoir des produits spécifiques à certains types de cultures. C'est la raison pour laquelle certains indices conçus par le projet sont génériques, et non pas spécifiques aux cultures.

5. Un aspect fondamental de la mise en œuvre de l'assurance indiciaire est la définition précise des unités de surface pour l'assurance (USA).

Il est extrêmement important de segmenter de manière appropriée les zones géographiques couvertes par les contrats d'assurance; les méthodologies de télédétection peuvent véritablement fournir des enseignements utiles pour la définition de zones homogènes d'un point de vue géographique, qui pourraient présenter un intérêt pour l'assurance indiciaire basée sur la télédétection et les données recueillies au sol. Les différentes méthodologies qui seront mises en œuvre à diverses échelles de résolution donneront des résultats présentant des degrés d'exactitude différents: les résultats de l'établissement des profils de risques seront peut-être meilleurs si la résolution est plus élevée et les séries chronologiques de données disponibles plus longues. Les recherches effectuées par les fournisseurs de services de télédétection ont donné des indications intéressantes sur les schémas de répartition des risques au sein des régions d'intérêt, mais ont également souligné qu'il faudrait mener des activités plus spécifiques et dédiées afin de développer des approches de modélisation pour la segmentation des risques.

6. Certaines considérations opérationnelles sont fondamentales pour définir des unités de surface pour l'assurance (USA) ayant des dimensions appropriées.

Par exemple, pour que les agriculteurs souscrivent une assurance, tous les clients doivent être affectés à une USA spécifique. Cela peut ne pas s'avérer pratique lorsque la résolution est élevée, en raison de la charge de travail importante qu'impliquerait le géoréférencement de chaque client. En outre, la définition d'USA basées sur un ou plusieurs pixels "haute résolution" (des pixels de plus petites dimensions), où les valeurs sont sensibles et peuvent différer des pixels alentour, risque en fait d'augmenter la probabilité d'indemnités anormales. En termes empiriques, des zones comprises entre 3 km x 3 km et 10 km x 10 km semblent réalistes. Lorsque

les méthodologies appliquées permettent une meilleure résolution, une agrégation adéquate des pixels devrait être utilisée pour déterminer des USA appropriées.

7. Le risque de base reste la principale préoccupation des assureurs et des agriculteurs assurés.

Le potentiel du risque de base est fortement influencé par les dimensions de l'USA, par l'uniformité des pertes de rendement locales subies au cours d'un événement engendrant des pertes, et par la capacité des méthodologies à détecter de telles pertes de rendement. Les produits d'assurance indicielle basés sur la technologie de télédétection (comme l'assurance indicielle climatique et l'assurance indicielle rendements moyens, reposant sur les données de stations) sont mieux étalonnés pour assurer des versements au cours des années de pertes les plus graves, lorsque les pertes de rendement des cultures seront probablement généralisées et affecteront tous les agriculteurs au sein des USA définies. Bien que les données de télédétection soient disponibles sur des régions très vastes environnant les zones assurées, c'est la performance de l'indice au sein de l'USA en question qui détermine si un agriculteur a été exposé au risque de base. Les indemnités d'assurance qui ne correspondent pas aux pertes réelles subies par l'agriculteur, qui devraient être couvertes par la police, présentent un danger en matière d'insatisfaction client et un risque pour la réputation de l'assureur et de toutes les parties prenantes. C'est également un grave sujet de préoccupation pour l'organisme de contrôle des assurances, qui protège les intérêts du consommateur.

Applicabilité opérationnelle des programmes basés sur la télédétection

En dernier lieu, l'utilisation de la télédétection pour l'assurance indicielle dépendra également de la facilité avec laquelle ces produits peuvent être incorporés dans les programmes d'assurance, compte tenu du contexte actuel. Dans cette optique, l'applicabilité opérationnelle des différentes méthodologies relatives à l'assurance indicielle destinée aux petits exploitants a été évaluée selon les critères suivants:

- disponibilité et source des données de base et données/informations supplémentaires;
- coût et durabilité de l'acquisition des données, de leur traitement et développement des produits;
- propriété et transparence;
- performance générale et caractère approprié.

Certaines conclusions générales de cette évaluation concernant les caractéristiques des programmes d'assurance indicielle basés sur des données de télédétection sont décrites ci-après.

1. Chacune des méthodologies mises à l'essai répond aux critères de faisabilité opérationnelle aux fins de l'assurance.

Chaque méthodologie pourrait étayer des contrats d'assurance indicielle commercialisables auprès des agriculteurs et émis par des compagnies d'assurance. Comme tout produit d'assurance indicielle, l'établissement de contrats nécessiterait la mise en œuvre de processus normaux de planification sur le plan opérationnel et technique, tels que le recensement des clients visés, la définition des USA, l'analyse des options de tarification et de versement d'indemnités, et la planification de la répartition et du versement des indemnités. Aucune des méthodologies ne se heurte à des obstacles à la mise en œuvre du point de vue opérationnel. Certaines approches, telles que les estimations des précipitations, l'évapotranspiration et la végétation, sont actuellement utilisées dans l'assurance indicielle. Sur le plan opérationnel, les principes de l'assurance indicielle s'appliquent à l'ensemble des méthodologies, en particulier les décisions sur le regroupement des agriculteurs au sein des USA pour la souscription, le paiement des primes et le versement des indemnités.

2. Deux modèles existent à l'heure actuelle pour la mise en œuvre des programmes d'assurance indicielle basés sur la télédétection: la prestation de services extérieurs et le transfert des capacités.

Les utilisateurs finaux des programmes d'assurance basés sur des indices de télédétection peuvent être divisés entre: (i) les assureurs et leurs courtiers ou les prestataires de services, qui recherchent directement des services de télédétection sur le marché; et (ii) les initiatives de développement plus vastes, généralement menées par des gouvernements, des organisations internationales et des donateurs qui souhaitent développer des marchés nationaux, dans le cadre d'approches d'inclusion financière, de développement agricole, de gestion des risques agricoles, de protection sociale ou d'adaptation au changement climatique.

Les initiatives du secteur privé auraient tendance à recenser les prestataires en fonction de leur capacité à fournir un ensemble complet de produits et de services, permettant le développement et la vente de produits d'assurance indicielle. Le gouvernement et les initiatives de développement encouragent généralement le renforcement des capacités nationales dans le domaine de l'assurance indicielle impliquant des partenariats public-privé. Dans ce dernier cas, le renforcement des capacités nationales et le transfert des capacités revêtent une grande importance. Il faut décider à un stade précoce si, compte tenu des délais et de la stratégie, la conception des indices et le soutien devraient être entièrement ou partiellement externalisés (à court ou à long terme), et/ou si des capacités techniques devraient être développées au sein de la compagnie d'assurance et/ou des institutions techniques nationales, pour la conception et la gestion des produits d'assurance indicielle.

3. La disponibilité d'experts et de prestataires de services spécialisés est un défi majeur.

De grandes compétences techniques sont requises pour concevoir des indices d'assurance. Les organisations auraient besoin de recruter des techniciens dans les domaines de la télédétection, de l'agriculture et de l'assurance. Le soutien continu de spécialistes au niveau international semble nécessaire, surtout depuis que des progrès considérables ont été réalisés en matière de télédétection (notamment l'accroissement de la résolution et l'interprétation habile à des fins agricoles).

Lors des études de marché entreprises en vue de la mise en œuvre du projet, il est apparu que peu de prestataires de services techniques étaient dotés des connaissances spécialisées requises et/ou d'un modèle existant permettant d'accompagner les opérations. Une grande partie des avancées en matière de télédétection aux fins de la gestion des risques et du développement agricoles a été réalisée par des instituts de recherche ou par des organisations internationales. Toutefois, ceux-ci ne sont pas organisés à l'heure actuelle pour fournir des services commerciaux durables correspondant aux exigences et aux délais des assureurs, ou pourraient ne pas posséder l'expertise nécessaire en matière de services destinés à appuyer l'assurance indicielle. La disponibilité et le coût des services spécialisés et des entreprises et organisations en mesure de traiter des données de télédétection, de concevoir et étalonner des indices, et de gérer la planification organisationnelle et technique de l'assurance indicielle basée sur la télédétection posent problème. Les fournisseurs de services techniques de télédétection ont commencé seulement récemment à identifier les opportunités du marché.

4. La connaissance de l'utilisation des sols, des pratiques agricoles locales, de l'agronomie et de l'agrométéorologie est nécessaire.

Dans les zones de petites exploitations, l'agriculture, les sols et le climat peuvent donner lieu à des combinaisons complexes qui ont une incidence sur la production agricole et sur les rendements réellement obtenus par les petits exploitants. Des données recueillies au sol et une connaissance du contexte local supplémentaires sont donc fondamentales pour étayer l'analyse découlant des méthodologies de télédétection pour l'assurance indicielle.

5. Les données de télédétection sont de plus en plus faciles à obtenir, mais la disponibilité et le coût des données supplémentaires posent problème.

L'accès et le coût ne posent plus de difficultés pour les données de télédétection, ce qui n'est pas toujours le cas pour les données supplémentaires (données de rendement, données météorologiques)¹⁶. En outre, il convient de mentionner le nombre croissant de satellites en orbite et les politiques de libre accès aux données adoptées par les diverses agences spatiales. L'accès et le coût des données supplémentaires, telles que les informations sur le rendement, constituent un obstacle bien plus

¹⁶ Les données issues du SAR n'ont pas été utilisées pour la conception d'indices, mais uniquement à des fins de cartographie, et leur disponibilité était plus réduite au moment du projet. Cependant, les données issues du SAR deviennent de plus en plus facilement accessibles et seront disponibles à titre gratuit avec le lancement des satellites Sentinel-1 de l'Agence spatiale européenne.

important. Tandis que les méthodologies de télédétection présentent un intérêt particulier pour surmonter certaines contraintes inhérentes aux données recueillies au sol (notamment les données de rendement et les données météorologiques), les données supplémentaires sont toujours nécessaires en vue de la validation et de l'étalonnage. Les séries temporelles de données de rendement sont rarement disponibles au niveau de fractionnement voulu (villages, sous-districts), et sont difficiles à interpréter, compte tenu des écarts de rendement importants entre les petits exploitants. Les données météorologiques quotidiennes dépendent de la densité et de la durée d'exploitation passées des stations. La collecte de données fiables en matière de précipitations est une tâche difficile; de plus, lorsque des données historiques existent, leur accessibilité et leur coût posent souvent problème. La disponibilité et le coût des données supplémentaires sont par conséquent aussi importants que les données de télédétection proprement dites. La confiance dans la qualité de toutes les méthodologies indicielles appliquées au niveau micro dans le cadre du projet dépend des données supplémentaires disponibles.

6. Les autorités de réglementation des assurances, qui doivent être impliquées, expriment généralement leur soutien aux initiatives d'assurance indicielle basée sur la télédétection, à condition que les intérêts des consommateurs soient protégés de manière appropriée.

Les applications de télédétection pour l'assurance indicielle ont, jusqu'à présent, été acceptables pour les autorités de réglementation. Le projet a permis de confirmer que tous les algorithmes de traitement étaient disponibles à des fins d'audit en cas de litige, et ce même lorsqu'ils faisaient l'objet d'un droit exclusif. Néanmoins, les autorités de réglementation auront davantage de difficulté à vérifier et à approuver des produits plus complexes à comprendre ou manquant de transparence, et elles pourraient avoir besoin d'un soutien extérieur. Tous les produits spécifiques doivent être approuvés pour les programmes particuliers dans lesquels ils seront introduits, et chaque situation spécifique, avec ses méthodologies propres, doit être confirmée par les autorités de réglementation du pays en question. Les autorités de réglementation risquent de s'intéresser de près à la protection des consommateurs et à la confirmation indépendante des résultats indiciels.

7. L'éducation des clients sera un facteur clé de réussite.

Même si les activités du projet ne comprenaient pas de composante de vente au détail, il a été supposé qu'il pourrait s'avérer difficile d'expliquer l'assurance indicielle basée sur la télédétection aux petits exploitants. En réalité, l'expérience a montré que les agriculteurs acceptent des indices techniquement complexes s'ils peuvent se fier à des organisations sûres ou à des agriculteurs occupant une position essentielle dans les zones rurales. Toutefois, le critère déterminant pour que les agriculteurs accordent leur confiance reste la capacité de l'indice à assurer des indemnités appropriées, qui couvrent les pertes. Les campagnes d'éducation sont essentielles, afin que les consommateurs soient informés du mode de fonctionnement de l'indice et puissent comprendre ce que la police d'assurance couvre et ne couvre pas. Il est également

important que les autres acteurs de la chaîne de distribution de l'assurance se fassent une idée correcte de l'indice et des principes de l'assurance indicielle.

8. L'accès à la réassurance a cessé de manière générale d'être un facteur limitant la mise en œuvre des programmes d'assurance indicielle.

Il existe un marché international actif de la réassurance, qui est désireux et capable de fournir une capacité financière de réassurance, bien que le soutien technique nécessaire soit rarement disponible. L'intérêt des réassureurs est réel, et aucune contrainte technique ou opérationnelle ne semble s'opposer à l'adoption des différentes méthodologies testées dans le cadre de ce projet. Les réassureurs qui souhaitent apporter leur soutien prendront en considération la conception des produits et la qualité des données, ainsi que les débouchés, l'évaluation des assureurs par les clients et d'autres facteurs tels que le volume de primes potentiel, le risque d'atteintes à la réputation ou la diversification du portefeuille. L'engagement d'un réassureur en matière de responsabilité sociale des entreprises peut également jouer un rôle dans sa participation aux programmes d'assurance indicielle.



8. Recommandations

La télédétection est un outil performant qui pourrait permettre d'élargir et d'améliorer l'assurance indicielle, et favoriser ainsi son expansion. À cette fin, les gouvernements, les donateurs et la communauté de l'assurance au sens large devraient prendre en considération les recommandations suivantes.

I. Des activités supplémentaires de recherche et de développement devraient être soutenues afin d'améliorer les possibilités offertes par la télédétection pour l'assurance indicielle

La communauté de développement devrait soutenir des activités supplémentaires de recherche et de développement, associées à des dispositifs dédiés de suivi et d'évaluation, afin de développer des méthodes offrant un niveau de performance acceptable. Il est également important de diversifier géographiquement la portée des activités d'essai et d'évaluation, dans la mesure où la performance des méthodologies basées sur la télédétection varie selon les cultures et les régions.

II. Des investissements supplémentaires devraient être consacrés aux protocoles, à la capacité et aux systèmes de collecte des données au sol

La collecte des données au sol demeure essentielle pour le développement du secteur de l'assurance indicielle. Dans de nombreux pays en développement, les statistiques de rendement sont de mauvaise qualité, avec souvent des données manquantes ou des séries de données temporelles brèves, à un degré d'agrégation qui rend la validation et l'étalonnage de l'assurance indicielle au niveau micro problématiques. L'introduction de la télédétection dans l'assurance indicielle requiert encore des données recueillies de manière suivie au sol, y compris des données de rendement et des données météorologiques, mais également des informations appropriées sur les systèmes et pratiques agricoles, ainsi que sur les types de sols et leur couverture. Un investissement dans de tels systèmes ne profiterait pas seulement au développement agricole en général, mais influencerait aussi de manière positive sur le développement et la durabilité de l'assurance indicielle.

III. Les différents outils et les sources de données disponibles devraient être combinés pour développer des produits d'assurance indicielle appropriés

Le fait d'associer différentes approches de télédétection, d'adopter des outils de cartographie dédiés et de les intégrer à des sources de données et d'informations recueillies au sol, peut améliorer la qualité des structures de l'assurance indicielle. À l'heure actuelle, tant au niveau national qu'à l'échelle internationale, les données issues de la télédétection sont recueillies, enregistrées et gérées séparément des données recueillies au sol, et la coordination entre ces données en matière de

responsabilités, d'expertise et de systèmes est insuffisante, voire inexistante. Toute initiative visant à favoriser la mise en place de systèmes, grâce auxquels les sources de données recueillies au sol et de données issues de la télédétection seraient disponibles et accessibles, serait très utile pour concevoir des produits d'assurance indicielle plus complets.

IV. Les futures initiatives devraient être axées sur le développement de méthodologies appropriées pour la segmentation des USA, afin d'améliorer la performance des produits d'assurance indicielle

La définition d'USA appropriées, qui est fondamentale pour mettre en œuvre avec succès l'assurance indicielle, devrait reposer sur des considérations opérationnelles (dimensions minimales requises pour éviter les informations asymétriques, et structures administratives et logistiques réalistes), et sur l'identification de régions homogènes, en ce qui concerne les risques couverts par les polices d'assurance. La télédétection pourrait être utilisée pour concevoir des activités dédiées d'établissement des profils de risques en vue de définir des USA appropriées, eu égard à la vaste couverture spatiale et aux longues séries chronologiques que les données satellites peuvent fournir. Compte tenu de la complexité technique et des implications financières de ces activités, il semble que les gouvernements et les donateurs devraient contribuer à la réalisation de ces tâches.

V. Les programmes d'assurance indicielle basés sur les données issues de la télédétection devraient planifier avec soin des mesures visant à atténuer les effets des événements liés au risque de base

Les activités d'analyse de la performance historique et de mise à l'essai des produits du projet font apparaître, pour les zones de petite agriculture étudiées, des asymétries entre les pertes subies et les indemnités prévues par le programme d'assurance. Comme pour les autres produits d'assurance indicielle, l'éducation des clients est fondamentale, et les programmes devraient prévoir comment il convient de gérer les éventuels événements liés au risque de base ou de proposer un dédommagement.

VI. Les capacités des institutions privées et publiques de télédétection devraient être renforcées afin de combler les lacunes actuelles en matière d'expertise et d'assurer la durabilité à l'avenir

Toutes les méthodologies de télédétection nécessitent des compétences hautement techniques pour concevoir, tenir et mettre à jour les indices. À l'heure actuelle, les programmes opérationnels d'assurance indicielle basée sur la télédétection mis en œuvre dans les pays en développement font appel à des prestataires de services extérieurs et bénéficient souvent de l'appui des organismes de développement et des donateurs. Le renforcement des capacités concerne à la fois les entreprises du secteur privé spécialisées dans la télédétection et les institutions nationales, dans le cadre d'un partenariat public-privé.

Pour les fournisseurs du secteur privé, les décisions d'investissement seront probablement dictées par les débouchés commerciaux, qui dépendront du potentiel d'expansion. Concernant les capacités nationales, les gouvernements et les donateurs

sont susceptibles d'imposer des décisions en rapport avec la volonté des assureurs et des parties prenantes à l'échelle nationale de s'associer à une telle initiative.

L'expérience du projet a démontré que la conception des indices nécessite un travail très intensif au cours des phases initiales, dans la mesure notamment où un traitement et une programmation spécialisés de volumes importants de données de télédétection sont indispensables pour structurer des produits adaptés à différents lieux et, par conséquent, un investissement initial majeur pourrait se traduire par une intensité de travail réduite au cours des années suivantes. Même après la mise en œuvre de l'assurance indicielle basée sur la télédétection en collaboration avec des institutions nationales, il est probable que, pour toutes les méthodologies, des organismes de télédétection spécialisés devront continuer d'apporter leur soutien technique, afin de mettre en place des compétences supplémentaires pour la maintenance et les révisions. L'expansion de l'assurance indicielle basée sur la télédétection et/ou le partage des ressources avec d'autres applications de télédétection, telles que les systèmes d'alerte précoce, réduiraient le coût unitaire pour les institutions nationales ainsi que le coût du soutien extérieur.

Références

- Centre commun de recherche de la Commission européenne, Institut pour l'environnement et la durabilité. 2013. *The Challenges of Index-based Insurance for Food Security in Developing Countries*. Ispra, Italie.
- Dorigo, W., A. Gruber, R. De Jeu, W. Wagner, T. Stacke, A. Loew, C. Albergel, L. Brocca, D. Chung, R.M. Parinussa, et R. Kidd. 2015. "Evaluation of the ESA CCI Soil Moisture Product Using Ground-based Observations" in *Remote Sensing of Environment*, 162 (juin), p. 380-395.
- Hellmuth, M.E., D.E. Osgood, U. Hess, A. Moorhead, et H. Bhojwani, eds. 2009. "Index Insurance and Climate Risk: Prospects for Development and Disaster Management" in *Climate and Society N° 2*. International Research Institute for Climate and Society. (Institut international de recherche sur le climat et la société), New York : Université de Columbia.
- FIDA. 2015. *Rapport annuel sur les résultats et l'impact des opérations du FIDA*. Rome: Fonds international de développement agricole.
- FIDA-PAM. 2010. *L'assurance basée sur un indice climatique: potentiel d'expansion et de durabilité pour l'agriculture et les moyens de subsistance en milieu rural*. Rome: Fonds international de développement agricole.
- FIDA-PAM. 2011. *L'assurance basée sur un indice climatique pour le développement agricole – Guide technique*. Rome: Fonds international de développement agricole.
- FIDA-PAM. 2017. *Remote sensing for index insurance: findings and lessons learned for smallholder agriculture*. Rome: Fonds international de développement agricole.
- MicroSave. 2013. *Towards De-risking Disasters: Taking Stock of Microinsurance for Disaster Risk Reduction. Index Based Microinsurance in South and South East Asia*.
- Srivastava, P.K., G.P. Petropoulos, et Y.H. Kerr. 2016. *Satellite Soil Moisture Retrieval Techniques and Applications*.
- Steduto, P., T.C. Hsiao, E. Fereres, et D. Raes. 2012. "Crop Yield Response to Water" in *Bulletin FAO d'irrigation et de drainage*, 66.
- Toté, C., D. Patricio, H. Boogaard, R. van der Wijngaart, E. Tarnavsky, et C. Funk. 2015. "Evaluation of Satellite Rainfall Estimates for Drought and Flood Monitoring in Mozambique" in *Remote Sens.*, 7, p. 1758-1776.
- Wagner, W. 1998. *Soil Moisture Retrieval from ERS Scatterometer Data*.
- Washington, R., M. Harrison, D. Conway, E. Black, A., Challinor, D. Grimes, R. Jones, A. Morse, G. Kay, et M. Todd. 2006. "Africa Climate Change: Taking the Short Route" in *Bulletin of American Meteorological Society*, 87, p. 1355-1366.
- World Bank Commodity Risk Management Group. 2008. *The International Task Force on Commodity Risk Management in Developing Countries: Activities, Findings and the Way Forward*.

Contact

FIDA

Francesco Rispoli

Courriel: f.rispoli@ifad.org

www.ifad.org

PAM

Fabio Bedini

Courriel: fabio.bedini@wfp.org

Mathieu Dubreuil

Courriel: mathieu.dubreuil@wfp.org

Gernot Laganda

Courriel: gernot.laganda@wfp.org

[www.wfp.org/climate-change/initiatives/
weather-risk-management-facility](http://www.wfp.org/climate-change/initiatives/weather-risk-management-facility)



Fonds international de développement agricole
Via Paolo di Dono, 44 - 00142 Rome, Italie
Téléphone: +39 06 54591
Télécopie: +39 06 5043463
Courriel: ifad@ifad.org
www.ifad.org

 ifad-un.blogspot.com
 www.facebook.com/ifad
 instagram.com/ifadnews
 www.twitter.com/ifadnews
 www.youtube.com/user/ifadTV



Programme alimentaire mondial
Via C.G. Viola, 68
Parco dei Medici
00148 Rome, Italie
Téléphone: +39 06 65131
Télécopie: +39 06 6590632
www.wfp.org