



MADAGASCAR

# Planification énergétique intégrée

CHAÎNES DU FROID MÉDICALES ET AGRICOLES JUIN 2024

EN PARTENARIAT AVEC :



VOUS POUVEZ DECOUVRIR ET TELECHARGER LES RESULTATS SUR :

[madagascar-iep.sdq7energyplanning.org](http://madagascar-iep.sdq7energyplanning.org)



POUR TOUTES QUESTIONS :  
uiep@seforall.org



# Autres rapports disponibles



## Madagascar - Rapport de synthèse sur la cuisson propre

Ce rapport de synthèse donne un aperçu des voies de déploiement de la cuisson propre à l'horizon 2030. En utilisant une approche basée sur des scénarios, le rapport identifie les combinaisons potentielles de technologies de cuisson et de combustibles modernes et plus propres pour atteindre les cibles de l'ODD7.1 d'ici 2030 et la réalisation du Pacte énergétique de l'ODD7 de Madagascar.

[TÉLÉCHARGER ICI](#) →



## Madagascar - Rapport de synthèse sur l'électrification

Ce rapport de synthèse porte sur les moyens d'électrification les moins coûteux pour que Madagascar atteigne l'électrification universelle. Il fournit une intelligence spatiale exploitable sur les options technologiques et les utilisations finales de l'énergie qui peuvent contribuer à la prise de décision pour le secteur public, les donateurs et les organisations privées et de la société civile.

[TÉLÉCHARGER ICI](#) →

Les rapports techniques complets pour toutes les composantes du PEI de Madagascar sont disponibles en [téléchargement ici](#)



## Remerciements

Ce document a été rédigé par Sustainable Energy for All (SEforALL), avec le soutien de Modern Energy Cooking Services (MECS) et des équipes de consultants de NRECA International, Arizona State University, D-GRID Energy, Fraym, JSI et AIDES. La PEI de Madagascar a été élaborée en étroite collaboration avec le ministère de l'Énergie et des Hydrocarbures (MEH), l'Agence de développement de l'électrification rurale (ADER), la JIRAMA et l'Office de régulation de l'électricité (ORE), dans le cadre d'un programme financé par la Global Energy Alliance for People and the Planet (GEAPP) et le Fonds de l'OPEP pour le développement international.

La PEI de Madagascar a été supervisée par l'Unité de planification énergétique, avec des conseils et des contributions supplémentaires du Groupe de travail national sur la cuisson propre. Le projet a été soutenu par les points focaux du Ministère de l'Environnement et du Développement durable (MEDD), du Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage (MINAE), du Ministère de l'Industrie et du Commerce (MIC), du Ministère de la Pêche et de l'Économie bleue (MPEB) et du Ministère de la Santé Publique (MSanP).

Nous tenons à remercier chaleureusement les parties prenantes gouvernementales de l'INSTAT, du ministère de l'Économie et des Finances et d'autres ministères et entités publiques pour leur contribution et leur soutien, ainsi que les principaux partenaires de développement ayant fourni des données et des commentaires tout au long du projet, notamment la BAD, l'UE, le FCDO, la GIZ, l'ONUDI, le PNUD, l'USAID, la Banque mondiale et le PAM (liste non exhaustive).

Enfin, nous tenons à remercier le secteur privé, la société civile et les organismes de recherche qui ont contribué au développement de la PEI par le partage de données, d'expériences et de besoins de planification. Il s'agit notamment d'AfricaGreenTec, d'ANKA, du CIRAD, du projet Gaia, de WeLight, du WWF, ainsi que d'autres entités.

MISE EN ŒUVRE PAR :



AVEC L'APPUI FINANCIER DE :



EN PARTENARIAT AVEC :



CHAPITRE I

# Chaînes du froid médicales

## Sigles – Chaînes du froid médicales

**ADER** Agence de Développement de l'Électrification Rurale

**BCG** Bacille de Calmette-Guérin

**BT** Basse Tension

**CHD** Centre Hospitalier de District

**CHRD** Centre Hospitalier de Référence de District

**CHRR** Centre Hospitalier de Référence Régionale

**CHU** Centre Hospitalier Universitaire

**CRNM** Centre de Réhabilitation Nutritionnelle et Médicale

**CSB1/  
CSB2** Centre de Santé de Base niveau I/ Centre de Santé de Base niveau II

**DISP-  
MAT** Dispensaire-Maternité

**DPEV** Direction du Programme Élargi de Vaccination

**DPT** Vaccin contre la Diphtérie, Tétanos, Coqueluche

**DRSP** Direction Régionale de la Santé Publique

**ECF** Equipement de la Chaîne du Froid

**GAVI** Alliance mondiale pour les vaccins

**GdM** Gouvernement de Madagascar

**kWh/kWc** kiloWatheure/kiloWatt-crête

**LEAD** Projet de développement d'accès à l'électricité au moindre coût

**MCP** Matériaux à changement de phase

**MSANP** Ministère de la Santé Publique

**MT** Moyenne Tension

**OMS** Organisation Mondiale de la Santé

**ONU** Organisation des Nations Unies

**PEI** Planification Energétique Intégrée

**PEV** Programme Élargi de Vaccination

**PQS** Performance, Qualité et Sécurité

**PV** Photovoltaïque

**SDD** Solar Direct Drive (entraînement solaire direct)

- SDSP** Service de District de la Santé Publique

---

- SEforALL** Sustainable Energy for All (SEforALL)

---

- SIG** Système d'Information Géographique

---

- SSS** Système Solaire Autonome

---

- UCC** Chaîne Ultra-Froid

---

- UNCEF** Fonds des Nations Unies pour l'Enfance

---

- USAID** Agence Américaine pour le Développement International



## Défis de la chaîne du froid médicale à Madagascar

Les chaînes du froid médicales sont importantes pour assurer la disponibilité des vaccins dans les établissements de santé et l'accessibilité pour toutes les personnes éligibles aux vaccins, surtout les enfants.

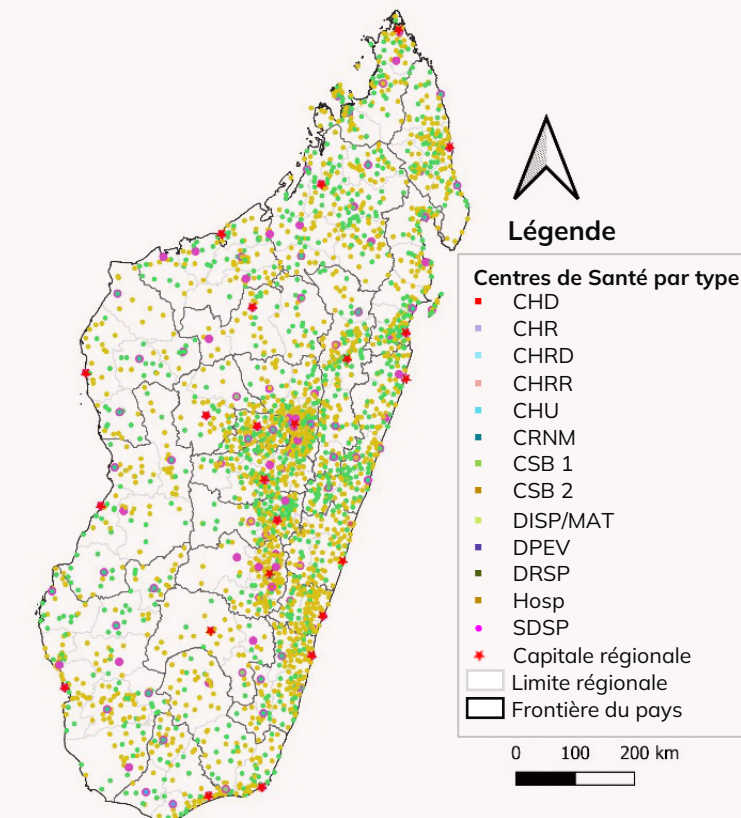
Le taux de couverture des vaccins systématiques a diminué au cours des dernières années en raison des perturbations de la COVID-19 dans les chaînes d'approvisionnement en vaccins et l'accès aux soins de santé. Sur la base de données administratives récentes, le taux de couverture estimé pour tous les vaccins varie entre 51 % pour le BCG et 70 % pour la première dose de DPT. Au niveau régional, les faibles taux de couverture sont plus marqués dans les zones plus rurales et plus difficiles d'accès.

Pour relever ces défis, le programme de vaccination du Ministère de la Santé publique (MSanP) a donné la priorité à la vaccination des enfants « à dose zéro », définis comme ceux qui n'ont pas reçu la première dose du vaccin DPT.

Le manque d'accès à l'électricité, ainsi que la faible accessibilité de nombreux sites, créent des défis majeurs pour assurer le fonctionnement efficace des chaînes du froid médicales à Madagascar.

En 2023, plus de 2 400 établissements de santé n'avaient pas accès à l'électricité (sur 3 053 établissements au total). Parmi les établissements qui y avaient accès, 35 % avaient moins de 16 heures d'électricité par jour et de nombreux établissements étaient confrontés à des problèmes de fiabilité du service qui ont eu un impact sur leur fonctionnement.

**Carte 1 :** Établissements de santé à Madagascar par niveau





# Aperçu des niveaux de la chaîne d'approvisionnement en vaccins et des pratiques de distribution à Madagascar

**Tableau 1 :** Segments de la chaîne d'approvisionnement pour la distribution de vaccins à Madagascar

NIVEAU DE LA CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT	MODE DE DISTRIBUTION : VACCINS SYSTEMATIQUES ET VACCINS COVID-19
Niveau national	Stockage des vaccins, décisions sur les quantités à distribuer 5 camions, dont 2 sont réfrigérés (remarque : un seul camion fonctionnait en septembre 2023) pour distribuer les vaccins trimestriellement au niveau des districts. L'UNICEF fournit un transport supplémentaire si nécessaire. Les vaccins sont stockés dans des glacières réfrigérées pendant la distribution si un camion réfrigéré n'est pas disponible.
Niveau régional	Uniquement pour l'administration des vaccins ; pas pour le stockage des vaccins.
Niveau du district	Reçoit des vaccinations trimestrielles provenant du niveau national.
Niveau des établissements de santé	Collecte mensuelle des vaccins au niveau du district en utilisant divers moyens de transport (motos gouvernementales, transports en commun, bateaux, charrettes à zébu ou à pied).
Commune	Le personnel de l'établissement de santé utilise des vélos ou des motos avec une petite glacière pour une journée de service à 5–10km de l'établissement.

Remarque : Le vaccin contre la COVID-19 est intégré à la chaîne d'approvisionnement en vaccins systématiques et à la chaîne du froid, en utilisant les mêmes équipements et moyens de transport de la chaîne du froid. Le pays dispose de 6 infrastructures de la chaîne du froid spécifiquement pour le vaccin Pfizer, situées au niveau national et au niveau des districts.

## PROJETS ACTUELS

- LEAD Electrification : projet de la Banque mondiale visant à améliorer l'accès aux services d'électricité pour les ménages, les entreprises et les établissements de santé à Madagascar. En août 2023, 47 établissements de santé avaient été électrifiés, et 453 autres le seront d'ici fin 2024.
- Installation d'une chambre froide nationale pour le stockage des vaccins, avec le soutien de Gavi.
- 107 nouveaux ECF sont actuellement dans le pays et en attente d'installation (achetés par l'UNICEF, Gavi et la Banque Mondiale). Ils devraient être terminés d'ici la mi-2024.
- Le pays achète 373 ECF par l'intermédiaire de Gavi, qui devraient arriver et être installés d'ici fin 2024.

## Méthodologie : Données et sources essentielles pour l'analyse

Grâce à une étroite collaboration avec le MSanP, la DPEV, l'UNICEF, la Banque Mondiale et l'ADER, l'équipe de l'étude a pu obtenir de multiples sources de données sur les établissements de santé et les équipements de la chaîne du froid (ECF), les vérifier, valider les hypothèses et nettoyer et combiner les ensembles de données.

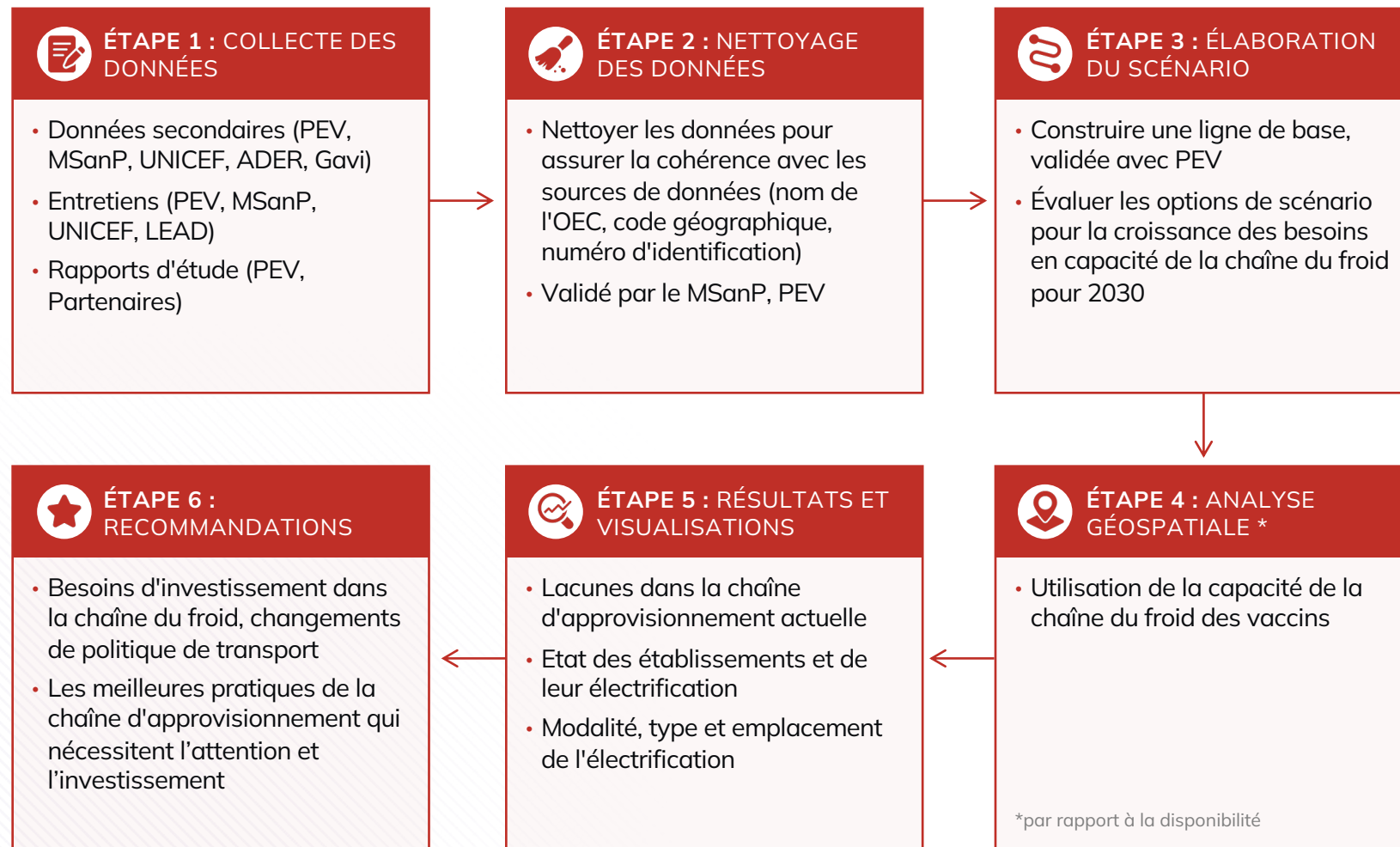
Ce processus a permis d'établir une base de données centrale « Master List » des établissements de santé en combinant plusieurs ensembles de données.

La base de données contient tous les 3 100 établissements de santé existants à Madagascar, ainsi que des informations sur leur emplacement, les infrastructures, les services fournis et l'inventaire détaillé de l'équipement médical de chaque établissement, y compris le ECF. Cette base de données a été partagée avec le MSanP pour soutenir ses processus de suivi et de planification.

**Tableau 2 :** Données et sources principales utilisées dans l'analyse de la chaîne du froid médicale

DONNÉES	SOURCE	GRANULARITÉ	DATE DE MISE À JOUR OU DE RÉCEPTION
Noms et types d'établissements de santé	MSANP	Au niveau de l'établissement (région, district, établissement)	MSanP/DPEV (mise à jour novembre 2022) MSP/DSSB (mise à jour juin 2023)
Coordonnées SIG de l'établissement de santé	ADER, LEAD	Au niveau de l'établissement (région, district, établissement)	ADER (reçu en avril 2023) LEAD (reçu en juillet 2023)
Disponibilité énergétique dans les établissements de santé	MSanP, DPEV	Au niveau de l'établissement (région, district, établissement)	MSanP/DPEV (mise à jour novembre 2022)
Données sur la population/le bassin versant	MSanP., Direction de la planification	Au niveau de l'établissement (région, district, établissement)	MSanP/DPEV (mise à jour novembre 2022)
Équipement de la chaîne du froid, état fonctionnel, caractéristiques	Inventaire DPEV; CATALOGUE OMS PQS	Au niveau de l'usine (région, district, école)	MSanP/DPEV (mise à jour novembre 2022)
Dimensions de l'article vaccinal	MSanP, liste de préqualification de l'OMS, mesure de l'entrepôt (Rotavirus)	Par type de vaccin, par UGS (Rotavirus)	MSanP/DPEV (mise à jour novembre 2022) OMS (consulté en juillet 2023) Entrepôt DPEV (mesure prise en juillet 2023)
Calendrier de vaccination systématique	DPEV	Niveau national	MSanP/DPEV (mise à jour novembre 2022)
Mise à jour sur le déploiement du vaccin COVID-19	DPEV	District	MSanP/DPEV (mise à jour juillet 2023)
Politique de chaîne d'approvisionnement et de distribution	DPEV	Au niveau de l'établissement (région, district, établissement)	MSanP (discussions, 2023)
Coordonnées Fokontany et caractéristiques SIG	ADER	Niveau Fokontany	ADER (reçu en avril 2023)
Liste des établissements recevant un soutien de LEAD et de ceux qui prévoient de le faire	LEAD	Au niveau de l'établissement	LEAD (reçu en juillet 2023)

# Méthodologie : Analyse de la chaîne du froid pour les vaccins et les produits médicaux



# Évaluation des équipements de la chaîne du froid

L'inventaire national de la chaîne du froid, achevé en novembre 2022, répertorie 2 894 équipements de la chaîne du froid (ECF) en bon état de fonctionnement, plus 364 articles en état de fonctionnement mais nécessitant des réparations, répartis aux différents niveaux du système.

L'inventaire national de la chaîne du froid identifie quelque 39 fabricants différents d'appareils ECF, la grande majorité étant fabriquée par B-Medical Systems / Dometic.

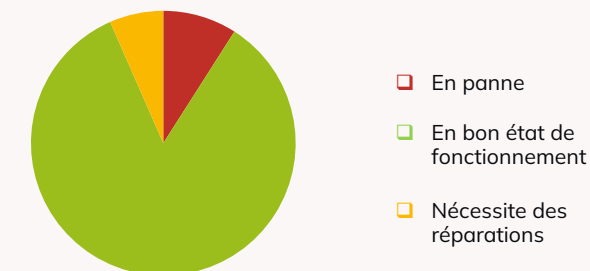
La durée de vie moyenne d'un ECF est estimée à environ 10 ans s'il est bien entretenu. Environ 60 % des ECF conformes à la performance fonctionnelle, à la qualité et à la sécurité (PQS) ont moins de quatre ans, ce qui signifie que le système de chaîne du froid est relativement jeune et promet de fonctionner pendant encore cinq à sept ans avec un entretien de base.

Environ 12 % des ECF déployés ont entre 15 et 20 ans, et moins de 1 % ont plus de 20 ans ; le MSanP devrait prévoir de remplacer ces systèmes dès que les fonds seront disponibles.

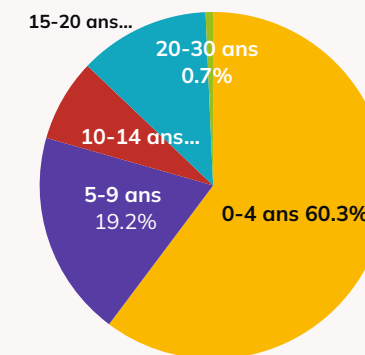
**Tableau 3 :** Résumé de l'âge des équipements de la chaîne du froid et de l'état de PQS.

ANNÉE D'INSTALLATION	NON-PQS	PQS	TOTAL	% SUR LE TOTAL
1980-1999	1	14	15	1 %
2000-2009	14	385	399	14 %
2010-2014.	6	210	216	7 %
2015 - 2019	30	1049	1079	37 %
2020-2022	15	1168	1183	41 %
Inconnu	0	2	2	0 %
<b>Total</b>	<b>66</b>	<b>2828</b>	<b>2894</b>	<b>100 %</b>

**Figure 1 :** État de fonctionnement des équipements de la chaîne du froid



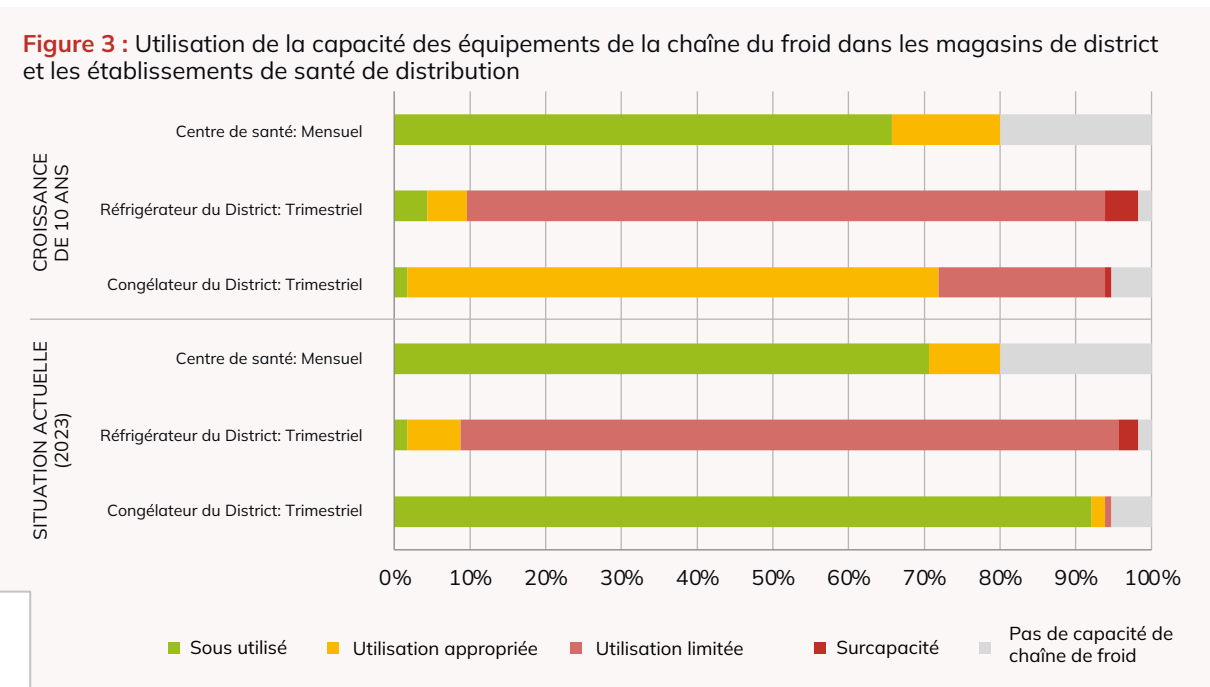
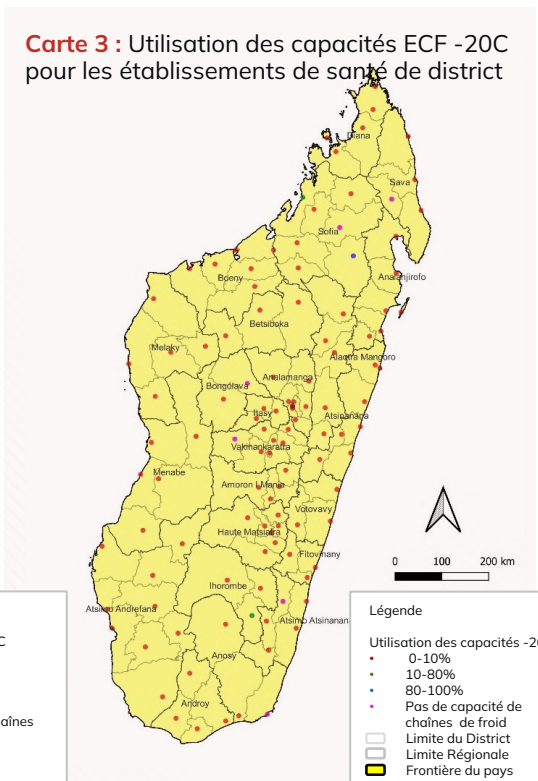
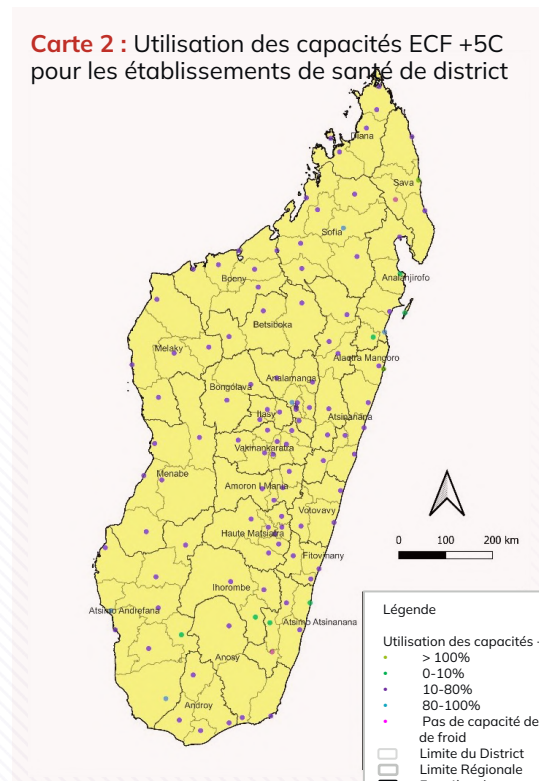
**Figure 2 :** Âge des équipements opérationnels de la chaîne du froid PQS



# Évaluation de l'utilisation de la capacité de stockage des vaccins

Au niveau des établissements, l'équipement de la chaîne du froid disponible et utilisé est relativement récent, fonctionne bien et sous-utilisé à moins de 10 % de la capacité physique, dans la majorité des établissements (71 %).

Cependant, 500 des 2 506 structures (20 %) des centres de soins de santé primaires pour lesquels des informations sur la capacité de la chaîne du froid sont disponibles, sont répertoriées comme n'ayant pas de capacité, soit parce qu'elles n'ont pas de réfrigérateur du tout, soit parce que le réfrigérateur dont elles disposent n'est pas en état de fonctionnement.



## Options d'équipement d'entreposage frigorifique médical

La PEI de Madagascar fournit une estimation de l'équipement médical de la chaîne du froid nécessaire dans les années à venir, sur la base de données sur l'âge et l'état de fonctionnement de l'équipement, ainsi que sur les projections relatives à la croissance démographique et à la distribution des vaccins. Cependant, il est important de noter que ces nombres et types d'équipements ne sont donnés qu'à titre indicatif et devraient être validés en fonction de la réalité des performances de l'équipement, des besoins réels en capacité et de la nouvelle technologie de la chaîne du froid qui pourrait devenir disponible dans les années à venir.

Actuellement, la chaîne du froid vaccinale de Madagascar utilise principalement les réfrigérateurs et congélateurs solaires à entraînement direct (SDD). Ces unités permettent aux établissements de santé sans accès à l'électricité, ou à ceux dont l'accès est limité ou peu fiable, d'assurer un stockage approprié des vaccins et d'autres nécessités médicales comme le sang.

Alors que le stockage frigorifique SDD est une ressource essentielle dans les zones où l'accès à l'énergie est un défi, les réfrigérateurs à compression conventionnels présentent plusieurs avantages par rapport aux unités SDD. Tout d'abord, la précision du contrôle thermostatique est généralement plus élevée. Un autre avantage est que l'efficacité énergétique globale est supérieure, principalement parce que le système de refroidissement fonctionne à une différence de température inférieure à la température ambiante par rapport à ce qui est nécessaire pour geler le matériau à changement de phase (PCM). Enfin, l'investissement initial est inférieur là où une alimentation CA fiable est déjà disponible.

Au fur et à mesure que l'accès à l'électricité à Madagascar se développe et devient plus fiable, moins d'équipement SDD sera probablement nécessaire. De plus, investir dans un système de maintenance solide contribuerait maintenant à prolonger la durée de vie d'un équipement. Enfin, les évolutions technologiques peuvent également permettre différents choix d'approvisionnement pour les installations ayant un accès intermittent ou non à l'électricité du réseau.



**Figure 4 :** Équipement de la chaîne du froid généralement utilisé dans un établissement de santé

(Source JSI 2022)

## Estimation des besoins en équipement de chaîne du froid pour répondre aux besoins actuels et futurs

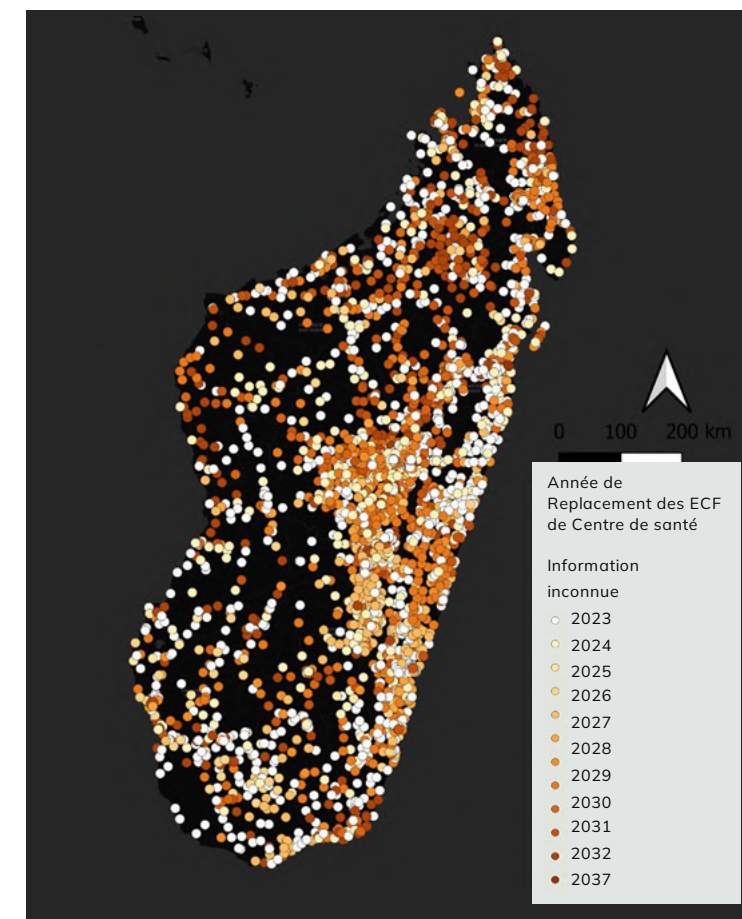
**Tableau 4 :** Équipement supplémentaire de chaîne du froid nécessaire pour répondre aux besoins actuels

CAPACITÉ D'ECF À ACQUÉRIR (LITRES)	NOMBRE DE RÉFRIGÉRATEURS REQUIS	NOMBRE DE CONGÉLATEURS REQUIS
ECF de 30 litres	500	7
ECF de 60 litres	3	0
ECF de 90 litres	1	0
ECF de 120 litres	1	0
ECF de plus de 120 litres	1	0

**Tableau 5 :** Équipements de la chaîne du froid nécessaires pour les besoins futurs (extension ou remplacement d'équipements vieillissants)

ANNÉE REQUISE	CHAMBRE FROIDE (STOCKAGE POSITIF)	CONGÉLATEUR ÉLECTRIQUE	APPAREIL DE REFROIDISSEMENT ELECTRIQUE	CONGÉLATEUR SOLAIRE	RÉFRIGÉRATEUR SOLAIRE
Dès que possible	2	99	191	18	1003
2024		1	2		23
2025	1	2	2		93
2026			1		254
2027		2	2		68
2028	2		13		107
2029		20	13	1	556
2030	1	6	10		209

**Carte 4 :** ECF de l'établissement de santé par année de remplacement future



## Déploiement annuel des équipements de la chaîne du froid et coûts indicatifs

Le coût total estimé de l'équipement pour répondre aux besoins actuels et futurs d'entreposage frigorifique médical jusqu'en 2030 est de 14,4 millions USD. Les coûts sont donnés à titre indicatif, en utilisant un coût unitaire de 2 500 EUR (environ 2 625 USD) par congélateur ou réfrigérateur à compression électrique, et de 5 500 EUR (environ 5 775 USD) par congélateur ou réfrigérateur solaire à entraînement direct.

Il est possible de réduire les coûts des équipements de la chaîne du froid d'ici 2030 s'il est possible de coordonner étroitement l'électrification (par des moyens suffisamment fiables et durables) et l'approvisionnement en équipements de la chaîne du froid, car cela réduirait la dépendance à des réfrigérateurs solaires à entraînement direct plus coûteux et permettrait un déploiement accru de congélateurs et de réfrigérateurs électriques « standard ». L'analyse montre que le transfert de 40 % des achats requis d'ici 2030 pour les réfrigérateurs solaires à entraînement direct vers des équipements de compression électrique générerait des économies globales de 2,9 millions USD.

**Tableau 6 :** Coût en capital estimé pour l'équipement neuf ou de remplacement

ANNÉE REQUISE	CONGÉLATEUR ÉLECTRIQUE (USD)	APPAREIL DE REFOUILLISSEMENT ÉLECTRIQUE (USD)	CONGÉLATEUR SOLAIRE (USD)	RÉFRIGÉRATEUR SOLAIRE (USD)	TOTAL
Dès que possible	259 875 \$	501 375 \$	103 950 \$	5 792 325 \$	6 657 525 \$
2024	2 625 \$	5 250 \$	\$ 0	132 825 \$	140 700 \$
2025	5 250 \$	5 250 \$	\$ 0	537 075 \$	547 575 \$
2026	\$ 0	2 625 \$	\$ 0	1 466 850 \$	1 469 475 \$
2027	5 250 \$	5 250 \$	\$ 0	392 700 \$	403 200 \$
2028	\$ 0	34 125 \$	\$ 0	617 925 \$	652 050 \$
2029	52 500 \$	34 125 \$	5 775 \$	3 210 900 \$	3 303 300 \$
2030	15 750 \$	26 250 \$	\$ 0	1 206 975 \$	1 248 975 \$
<b>Total</b>	<b>341 250 \$</b>	<b>614 250 \$</b>	<b>109 725 \$</b>	<b>13 357 575 \$</b>	<b>14 422 800 \$</b>



## Transport et logistique des vaccins

Le niveau de stockage central (national) fournit des vaccins aux districts disposant d'un bon accès routier sur une base trimestrielle.

Pour assurer la livraison, le MSanP à Madagascar dispose de cinq camions, dont deux sont réfrigérés, pour assurer la distribution des vaccins du niveau central au niveau du district, mais un seul camion frigorifique fonctionne actuellement. L'UNICEF fournit l'utilisation de deux camions supplémentaires pour combler le vide actuel et accéder aux zones plus difficiles d'accès.

**Figure 5 :** Vaccins en cours de chargement sur un camion frigorifique réfrigéré pour livraison



Pour assurer la livraison jusqu'au "dernier kilomètre", les établissements de santé collectent ensuite tous les mois les vaccins stockés au niveau du district, en utilisant divers moyens de transport, y compris les motos gouvernementales le cas échéant, le transport en commun (tuk tuk ou taxi), les bateaux, les charettes à zébu ou à pied.

Les agents de santé utilisent des glacières froides et des supports de vaccins pour la distribution ou la communautaire lorsqu'un camion frigorifique n'est pas disponible. Bien qu'il s'agisse de l'approche standard, les températures dans les glacières froides et les supports de vaccins peuvent être variables et difficiles à surveiller.



**Figure 6 :** Glacières à vaccins utilisées pour la distribution de plus petite quantité ou la sensibilisation des communautés (Source : OMS 2022)

# Analyse énergétique des établissements de santé

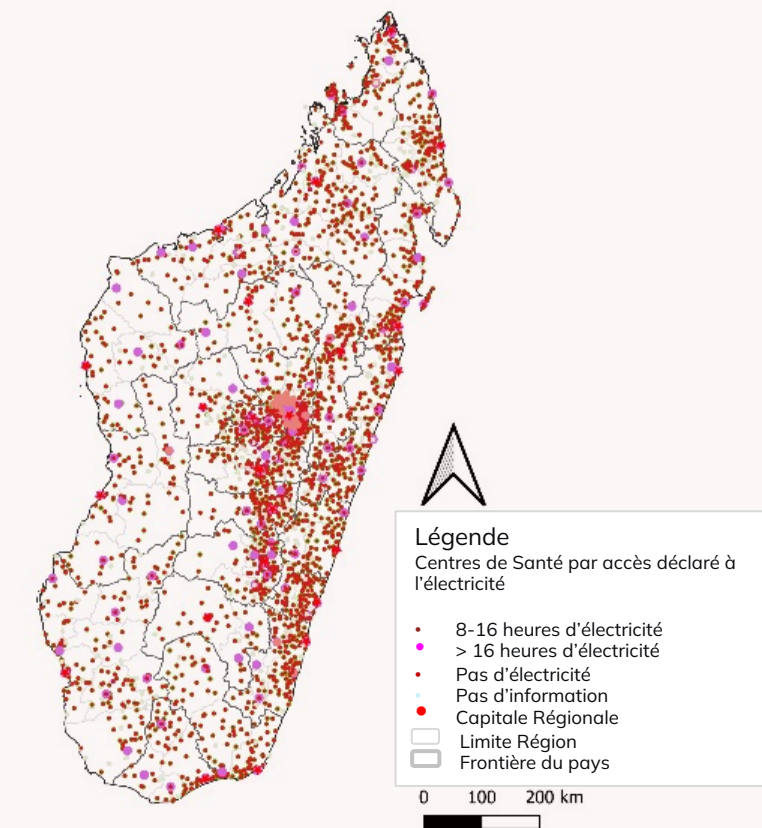
Selon les données du MSanP, 2 421 des 3 053 installations n'ont actuellement pas accès à l'électricité. La majorité de ces établissements sont des centres de santé de base (CSB1 et CSB2). Le projet LEAD financé par la Banque mondiale avait électrifié 47 CSB avec des systèmes solaires autonomes jusqu'à la fin de 2023, et prévoit d'en électrifier 452 autres dans une deuxième phase d'investissements.

La fiabilité et la disponibilité de l'électricité constituent un défi pour environ 35 % des établissements raccordés (111), qui déclarent n'avoir accès à l'électricité qu'entre 8 et 16 heures par jour.

**Tableau 7 :** Établissements de santé ayant rapporté leur état d'accès à l'électricité (MSanP, 2023)

ÉTABLISSEMENTS DE SANTÉ PAR TYPE	>16 HEURES	8-16 HEURES	SANS ÉLECTRICITÉ	AUCUNE DONNÉE	TOTAL
CHD	1	0	0	0	1
CHR	1	1	1	0	3
CHRD	9	10	40	0	59
CHRR	2	0	7	0	9
CHU	2	1	2	0	5
CRNM	1	0	2	0	3
CSB1	17	11	908	124	1060
CSB2	30	85	1458	199	1772
DISP-MAT	0	1	0	0	1
DPEV	1	0	0	0	1
DRSP	23	0	0	0	23
Hosp.	0	2	0	0	2
SDSP	111	0	3	0	114
<b>Total</b>	<b>198</b>	<b>111</b>	<b>2421</b>	<b>323</b>	<b>3053</b>

**Carte 5 :** Établissements de santé avec accès déclaré à l'électricité (MSanP, 2023)



# Besoins typiques en équipement et en énergie par établissement

**Tableau 8 :** Liste des équipements par type d'établissement (Source : USAID Powering Health 2023)

EQUIPEMENT	NBR CSB/DIS/MAT TAILLE 1	NBR CHD/SDSP TAILLE 2	NBR CHR/DRSP/CRNM TAILLE 3	NBR CHU/DPEV TAILLE 4	PUISSANCE UNITAIRE (Watt)
Éclairage	5	40	120	120	10 W
Lampe d'examen	1	2	4	8	20 W
Microscope	1	3	5	5	10 W
Radio	1	1	1	1	30 W
Petit réfrigérateur pour le stockage des vaccins	1	0	0	0	60 W
Grand réfrigérateur pour le stockage des vaccins		1	3	3	500W
Autoclave		1	1	2	630 W
Ventilateur		8	20	20	80 W
Rotateur/mélangeur		1	2	2	60 W
Bain-marie		1	2	2	400 W
Spectrophotomètre		1	2	2	63 W
Fauteuil dentaire		1	2	2	710 W
Compresseur		1	2	2	370 W
Centrifugeuse		1	1	1	600 W
Nettoyant Jet Sonic		1	1	1	45 W
Ordinateur		2	4	4	120 W
Chargeur pour téléphone portable		5	10	20	5 W
Machine de remplissage d'amalgame		1	1	1	80 W
Appareil de radiographie			1	1	200 W
Compteurs CD4			1	2	200 W
Analyseur de chimie du sang			1	1	45 W
Mélangeur d'hématologie			1	1	230 W
Climatisation			3	3	1500 W
Réanimateur (appareil de réanimation)				1	165 W
Couveuse				1	917 W
Échelle des soins prénatals				1	2 W
Nébuliseurs				1	85 W
Concentrateur d'oxygène				1	285 W
Aspirateur				1	145 W

L'analyse a identifié les équipements essentiels des établissements pour divers niveaux d'établissements de santé à l'aide du document de l'USAID intitulé Powering Health : Exemples de calcul de la charge et informations disponibles sur les équipements existants auprès des CSB actuellement. Cette approche est appliquée pour fournir de l'énergie pour les exigences minimales essentielles en matière d'équipement de centre de santé pour les examens essentiels, l'accouchement nocturne et les vaccinations.

Les estimations de l'équipement et de la demande excluent l'électrification des infrastructures de logement pour les agents de santé et les équipements non médicaux afin d'améliorer la qualité du service. [L'évaluation du marché et la feuille de route de SEforALL Powering Healthcare pour Madagascar](#) fournissent des informations supplémentaires et des estimations de la demande, y compris ces utilisations auxiliaires pour les établissements CSB1-2 et CHRd.

Tous les établissements sont supposés être électrifiés de systèmes solaires photovoltaïques (avec batteries) allant de 0,5 kWc pour fournir un accès de base aux plus petits établissements non raccordés, jusqu'à 42 kWc pour les systèmes solaires de secours des grands établissements de santé qui bénéficient déjà (ou devraient bénéficier) d'un raccordement au réseau électrique.

**Tableau 9 :** Besoins énergétiques supposés par type d'établissement de santé

	Taille 1 CSB/DIS/M AT	Taille 2 CHD/SDSP	Taille 3 CHR/DRSP/ CRNM	Taille 4 CHU/DPEV
Consommation totale d'électricité de l'établissement (kWh/jour)	0,88	18,85	85,44	93,62
Part de l'électricité consommée par les ECF (%)	54,5%	21,2 %	14,00 %	12,8%
Électricité consommée par les ECF uniquement (kWh/jour)	0,48	4,0	12,0	12,0

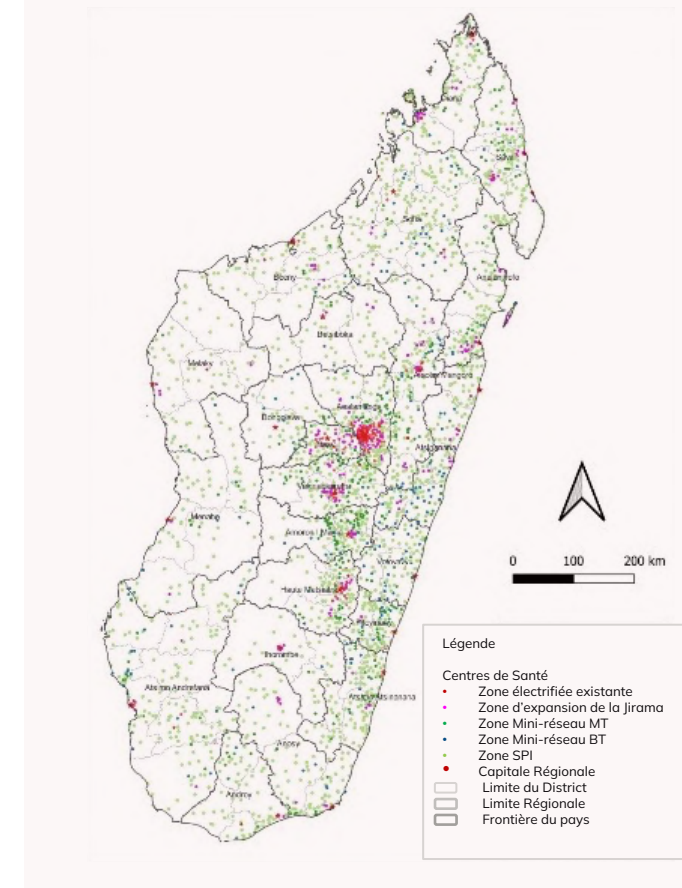
## Analyse de l'électrification des établissements de santé

La planification de l'électrification géospatiale à moindre coût menée dans le cadre de la PEI de Madagascar permet d'identifier la modalité d'électrification à moindre coût pour chaque établissement du pays. La plupart des établissements, principalement les CSB en zones rurales et éloignées, nécessiteront une électrification via des systèmes solaires autonomes. Les établissements qui sont déjà ou peuvent être raccordés au réseau ou à un mini-réseau peuvent nécessiter une solution solaire autonome de secours qui supporte les besoins en énergie pour les fonctions essentielles afin d'assurer un service fiable lors des pannes éventuelles.

**Tableau 10 :** Modalité d'électrification à moindre coût pour les établissements de santé à Madagascar

NIVEAU DES ETABLISSEMENTS	ZONES RACCORDEES AU RESEAU	EXTENSION DU RESEAU	MINI-RESEAU MT	MINI-RESEAU BT	SYSTEMES SOLAIRES AUTONOMES (SPI)
CHD	56				1
CHR	182	1			
CHRD	1	16	5	1	22
CHRR	-	2			3
CHU	43				
CRNM	2	1			1
CSB1	15	75	132	74	723
CSB2	4	152	204	102	1132
DISP-MAT	1				
DPEV	15				
DRSP	5	4			4
Hosp.	1				
SDSP	2	25	10	1	35
<b>Total</b>	<b>327</b>	<b>276</b>	<b>351</b>	<b>178</b>	<b>1924</b>

**Carte 6 :** Etablissements de santé classés par mode d'électrification d'ici 2030 (IEP, 2023)



# Investissements requis

**Tableau 11 :** Besoins d'investissement en équipements pour assurer l'intégrité de la chaîne du froid médicale et l'électrification des établissements de santé de base

ANNEE	CONGÉLATEUR ÉLECTRIQUE (USD)	RÉFRIGÉRATEUR ÉLECTRIQUE (USD)	CONGÉLATEUR SOLAIRE (USD)	RÉFRIGÉRATEUR SOLAIRE (USD)	COÛTS D'ÉLECTRIFICATION DES SYSTÈMES DE SECOURS POUR LES ÉTABLISSEMENTS DÉJÀ RACCORDÉS (USD)	COÛTS D'ÉLECTRIFICATION POUR LES SYSTÈMES D'ÉLECTRIFICATION HORS RÉSEAU (USD)	TOTAL
Dès que possible	259 875 \$	501 375 \$	103 950 \$	5 792 325 \$			
2030	81 375 \$	112 875 \$	5 775 \$	7 565 250 \$	7 004 852 \$	7 075 270 \$	
<b>Total</b>	<b>341 250 \$</b>	<b>614 250 \$</b>	<b>109 725 \$</b>	<b>13 357 575 \$</b>	<b>7 004 852 \$</b>	<b>7 075 270 \$</b>	<b>28 502 922 \$</b>

Le tableau 11 estime les besoins d'investissement globaux pour :

- Équiper de manière adéquate, tous les établissements de santé concernés, d'un équipement de chaîne du froid approprié d'ici 2030 (en supposant le remplacement de l'équipement de plus de 10 ans)
- Fournir une électrification solaire photovoltaïque autonome pour couvrir les fonctions essentielles des établissements de santé dans les zones hors réseau
- Fournir des systèmes de secours solaires photovoltaïques pour couvrir les fonctions essentielles des établissements de santé qui sont actuellement ou devraient raisonnablement être raccordés à un réseau JIRAMA ou à un mini-réseau.

Répondre à toutes les exigences des investissements dans la chaîne du froid devrait coûter 14,4 millions USD, tout en garantissant une électrification de base fiable (à l'exclusion de tous les coûts liés à l'extension du réseau et/ou aux mini-réseaux et des dépenses d'exploitation et d'entretien) pour tous les établissements de santé à Madagascar devrait nécessiter un investissement minimal de 14 millions USD jusqu'en 2030.

[L'évaluation du marché et la feuille de route de SEforALL Powering Healthcare pour Madagascar](#) fournissent des informations supplémentaires sur les besoins d'investissement et la planification du déploiement pour l'électrification des établissements de niveau CSB et CHR. Cette analyse suggère qu'il pourrait y avoir des avantages significatifs à fournir une capacité solaire autonome supplémentaire pour couvrir les besoins d'électrification des logements du personnel et les futurs achats d'équipements pour offrir des services améliorés et étendus, ce qui augmenterait le coût de l'électrification de ces établissements à 49 millions de dollars. Ces coûts excluent les dépenses récurrentes d'exploitation et d'entretien (O&M) pour maintenir les systèmes solaires photovoltaïques en état de fonctionnement, estimées à 31 millions USD sur dix ans.

Remarque : les coûts se réfèrent uniquement à la fourniture de systèmes de secours supplémentaires ou de systèmes solaires autonomes de taille appropriée pour les établissements de santé. Les coûts liés à l'extension du réseau et/ou au développement de raccordements de mini-réseaux qui bénéficieraient aux établissements de santé sont inclus dans [l'analyse d'électrification géospatiale à moindre coût du PEI de Madagascar](#)

# Conclusions

- Les équipements de la chaîne du froid (ECF) médicale actuellement disponibles et utilisés dans les établissements de santé malagasy fonctionnent bien. La capacité de la chaîne du froid est suffisante là où elle est disponible et peut facilement s'adapter à la croissance démographique et aux nouveaux vaccins.
- Cependant, plus de 1 600 équipements ne fonctionnent pas, et il faudra un effort significatif pour les déclasser et mettre à jour l'inventaire. D'ici 2030, plus de 1 500 équipements actuellement en fonctionnement auront plus de 10 ans et devraient être évalués pour leur fonctionnalité et éventuellement mis hors service. Le MSanP a déjà élaboré un plan de déclassement qui définit l'approche du pays pour retirer les équipements non fonctionnels du système. Ce plan doit être revu régulièrement en tenant compte des meilleures pratiques environnementales, des considérations techniques et de sécurité, de la documentation dans les systèmes de gestion des actifs et être financé de manière adéquate.
- Plus de 500 établissements ne disposent actuellement pas d'ECF en état de fonctionnement, bien que certains équipements devraient être achetés en 2024, en mettant l'accent sur les équipements à entraînement direct solaire (SDD). Il est important de noter que l'extension de l'ECF à de nouveaux établissements de santé doit également tenir compte des ressources humaines nécessaires pour étendre les services de vaccination à un nouvel établissement, ce qui comprend la création de la demande et la mobilisation communautaire.
- À mesure que l'accès à une électricité fiable se développe à Madagascar, l'ECF alimenté par le réseau peut être acheté, ce qui est généralement moins cher que le SDD et plus facile à entretenir. Le prochain cycle d'approvisionnement pourrait être un moment opportun pour développer une stratégie d'approvisionnement en ECF étroitement coordonnée avec les plans d'électrification des établissements de santé.
- Plus de 95% des établissements de santé sans accès à l'électricité sont des Centres de Santé de Base (CSB1 et CSB2). Logiquement, ces établissements de soins de santé primaires sont situés dans tout le pays, y compris dans des zones reculées, et nécessiteraient donc des solutions d'électrification solaire photovoltaïque hors réseau. Les hôpitaux de district (CHRD) se distinguent également par des besoins d'investissement substantiels à la fois sur et hors réseau pour assurer l'accès à l'électricité dans les infrastructures existantes et nouvellement construites et améliorer la fiabilité des raccordements pour les établissements déjà électrifiés.
- Bien que la majorité des établissements seront électrifiés par des systèmes hors réseau, les besoins en énergie solaire afin d'apporter une solution "de secours" lorsque le réseau principal fait défaut sont considérablement plus élevés que ceux des solutions hors réseau et représentent à peu près le même volume d'investissement que l'électrification des établissements de santé hors réseau jusqu'en 2030. Cela souligne l'importance des investissements dans les systèmes "de secours" / *back up* pour assurer un approvisionnement fiable des établissements de santé, y compris ceux raccordés aux réseaux de la JIRAMA ou des opérateurs de mini-réseaux d'électrification rurale.
- La diversité des types d'établissements et des besoins du système de santé malagasy met en évidence la nécessité d'une approche multidimensionnelle pour répondre aux besoins énergétiques. Celle-ci doit équilibrer les besoins budgétaires, les objectifs du programme d'électrification et prendre en compte les services de base, les améliorations futures potentielles, y compris la digitalisation, et le besoin de solutions durables qui varieront d'un type d'établissement à l'autre. Cependant, dans le cadre de cette approche axée sur les besoins, la normalisation et standardisation des exigences des solutions énergétiques apportées pour certains types d'établissements tels que les CSB pourraient permettre de réaliser des économies d'échelle non négligeables.

CHAPITRE II

# Chaînes du froid agricoles

## Sigles – Chaînes du froid agricoles

<b>ADER</b>	Agence de Développement de l'Électrification Rurale	<b>LEAD</b>	Projet de développement d'accès à l'électricité au moindre coût
<b>CAPEX</b>	Dépenses d'Investissement	<b>MEH</b>	Ministère de l'Énergie et des Hydrocarbures
<b>CDPHM</b>	Centre de Distribution des Produits Halieutiques de Majunga	<b>MINAE</b>	Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage
<b>CEFFEL</b>	Conseil Expérimentation Formation en Fruits et Légumes	<b>MPEB</b>	Ministère de la Pêche et de l'Economie Bleue
<b>CIRAD</b>	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement	<b>ODD</b>	Objectif de Développement Durable
<b>CVA</b>	Chaîne de Valeur Agricole	<b>ORE</b>	Office de Régulation de l'Electricité
<b>FDA</b>	Fonds de Développement Agricole	<b>OSM</b>	Open Street Map (Carte ouverte)
<b>FIDA</b>	Fonds International de Développement Agricole	<b>PAM</b>	Programme Alimentaire Mondial
<b>GdM</b>	Gouvernement de Madagascar	<b>PEI</b>	Planification Energétique Intégrée
<b>GIZ</b>	Agence de Coopération Allemande pour le Développement	<b>PrAdA</b>	Projet d'Adaptation des chaînes de valeurs agricoles au changement climatique
<b>GWh</b>	Gigawatt-heure	<b>PV</b>	Photovoltaïque
<b>IAPC</b>	Institut d'Administration Publique du Canada	<b>RCI</b>	Rendement du Capital Investi
<b>IGH</b>	Irradiation Horizontale Globale	<b>RH</b>	Humidité Relative
<b>INSTAT</b>	Institut National de Statistique	<b>SDD</b>	Solar Direct Drive (entraînement solaire direct)
<b>JIRAMA</b>	Jlro sy RAno MAlagasy	<b>SEforALL</b>	Sustainable Energy for All (SEforALL)



**SIG** Système d'Information Géographique

---

**SSS** Système photovoltaïque solaire autonome

---

**SWIOFISH** Commission des pêches du Sud-Ouest de l'Océan Indien

---

**T** Tonnes

---

**T/km** Tonnes/kilomètres



## Défis de la chaîne du froid agricole à Madagascar

Les industries agricoles et alimentaires contribuent environ à 43 % du PIB et emploient 80 % de la population active, de manière formelle et informelle.

Bien que Madagascar dispose de nombreuses chaînes de valeur axées sur l'exportation, la majorité des activités agricoles sont axées sur l'agriculture vivrière qui produit du riz, du manioc, des pommes de terre, des haricots et du maïs. Les cultures produites en surplus des besoins de subsistance sont vendues sur le marché intérieur.

L'agriculture n'est pas encore mécanisée (à l'exception du maïs où la mécanisation est efficace mais reste faible), et les femmes sont principalement responsables de la culture, de l'ensemencement, de la lutte antiparasitaire et des activités de récolte.

La technologie de la chaîne du froid dans l'agriculture est actuellement relativement limitée à Madagascar. L'expansion des cultures et la préservation des aliments grâce à l'accès à la technologie de la chaîne du froid pourraient avoir un impact significatif sur la sécurité alimentaire des produits destinés à la consommation intérieure.

Pour les produits destinés spécifiquement à l'exportation, l'amélioration de la technologie de la chaîne du froid agricole pourrait améliorer les opportunités d'exportation et renforcer l'économie.

L'amélioration de la production agricole et le développement efficace de la chaîne du froid sont confrontés à un certain nombre de défis, notamment :



### ACCÈS À L'ÉLECTRICITÉ

Le manque d'accès à une alimentation fiable est un obstacle majeur à la performance de la chaîne du froid à Madagascar.



### INFRASTRUCTURES

Stockage frigorifique et infrastructures de transport inadéquats dans tout le pays.



### TECHNOLOGIE ET ÉQUIPEMENTS

L'indisponibilité, ou l'inaccessibilité financière et technique des technologies et équipements aggravent encore les lacunes de la chaîne du froid.



### ÉDUCATION

Le faible niveau d'éducation des femmes rurales est également un obstacle au développement et à la compétitivité des chaînes de valeur des légumes frais, et donc au développement de la chaîne du froid.



### SENSIBILISATION ET FORMATION

Manque de sensibilisation et de savoir-faire technique dans la gestion de la chaîne du froid.



### FINANCEMENT ET INVESTISSEMENT

L'accès insuffisant aux opportunités de financement et d'investissement limite l'expansion et la modernisation de la chaîne du froid agricole.

# Méthodologie et approche

Quatre chaînes de valeur, les produits laitiers, la pêche, les pommes de terre et les tomates ont été sélectionnées et validées pour analyse dans la PEI de Madagascar. Bien que les chaînes de valeur plus structurées et axées sur l'exportation puissent également avoir de fortes exigences en matière de chaîne du froid, l'analyse du PEI a donné la priorité à la production pour la consommation locale en fonction : (1) de l'impact potentiel de l'amélioration du stockage au froid ; (2) des priorités sectorielles ; et (3) de leur potentiel à contribuer à l'amélioration des activités génératrices de revenus ou des résultats nutritionnels.

Le secteur laitier est pris en compte en raison de son importance dans la production alimentaire et de sa valeur pour les marchés intérieurs et d'exportation. Selon le MDB (Malagasy Dairy Board), la production de lait frais est estimée à 100 000 000 litres en 2022.

L'industrie de la pêche a d'importantes exigences en matière de réfrigération et de chaîne du froid, ainsi qu'un potentiel d'exportation important. La plus grande concentration de pêcheries (65 % du potentiel) se trouve dans la partie nord-ouest de Madagascar, entre le cap Saint-Sébastien au nord et la pointe de l'Angadoka au sud, ainsi que le cap d'Amparafaka au nord et Nosy Voalavo au sud.

La pomme de terre est l'une des cultures les plus importantes de Madagascar en termes de volume ; elle représente environ 500 000 tonnes/an. La production de pommes de terre implique de nombreux acteurs et est relativement bien organisée. La culture est actuellement en crise en raison de la résurgence de maladies (mildiou, flétrissure bactérienne, etc.). Cette situation perturbe l'approvisionnement des marchés locaux et étrangers (qualité, régularité).

La production de tomates est tout aussi élevée (100 000 t/an), avec une production bien organisée, en particulier dans la région d'Itasy. C'est un produit rentable mais fragile, sensible aux maladies et aux accidents de transport. La production, la récolte et le transport vers le marché ne sont pas toujours maîtrisés par les agriculteurs/producteurs, ce qui peut entraîner des niveaux de pertes élevés et de faibles revenus de vente.

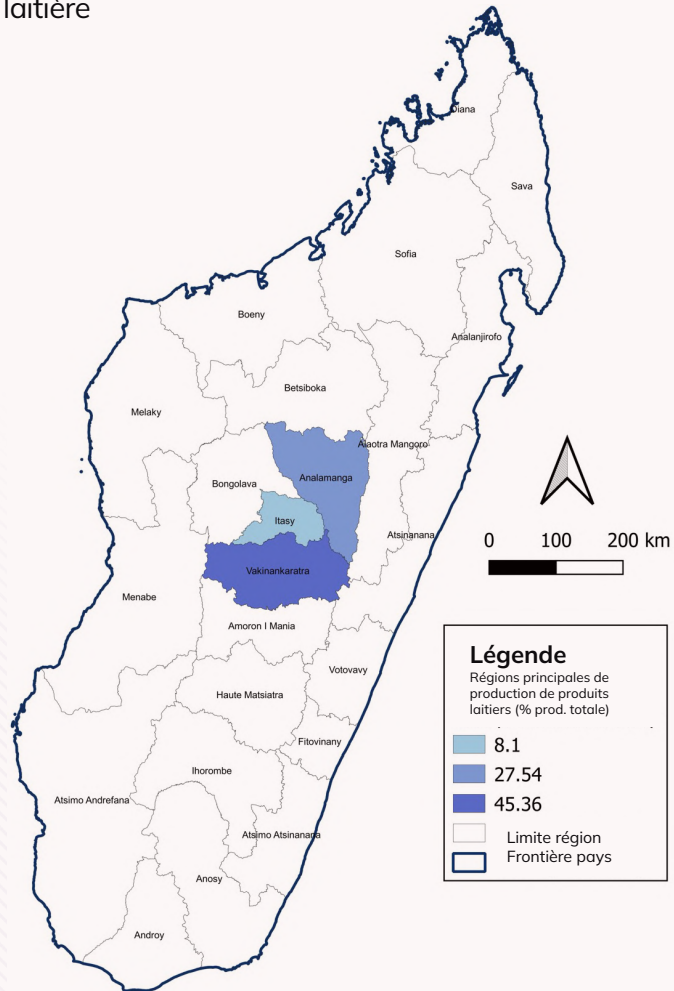
## OBJECTIFS

- Évaluer les chaînes de valeur agricoles, les obstacles et les pertes après récolte
- Évaluer l'état des technologies de la chaîne du froid
- Évaluer les moyens et les mesures nécessaires pour faciliter l'accès aux technologies de la chaîne du froid à l'avenir
- Évaluer les avantages et les coûts de la prolongation de la durée de conservation après récolte des produits utilisant les technologies de la chaîne du froid

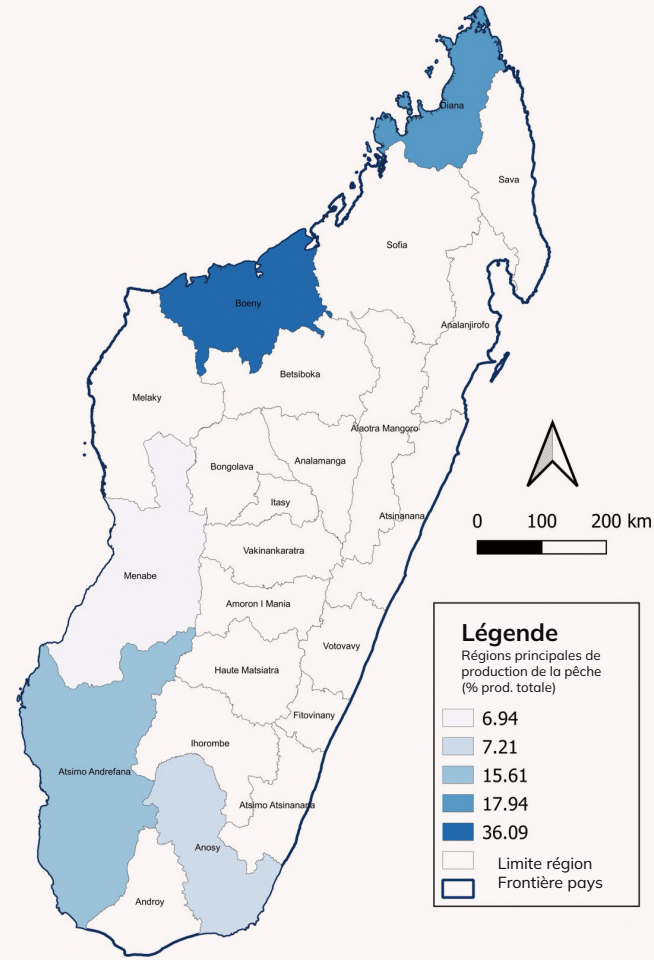
## RÉSULTATS

- Les technologies de la chaîne du froid sont identifiées et localisées au niveau de chaque chaîne de valeur
- Les besoins en énergie, en équipement et en investissement sont identifiés et spatialisés pour chaque niveau de chaque chaîne de valeur
- Des besoins supplémentaires de formation, de recherche et de plaidoyer en matière de contrôle de la température sont identifiés tout au long de chaque chaîne de valeur
- Le retour sur investissement estimé dans l'investissement dans la chaîne du froid est calculé

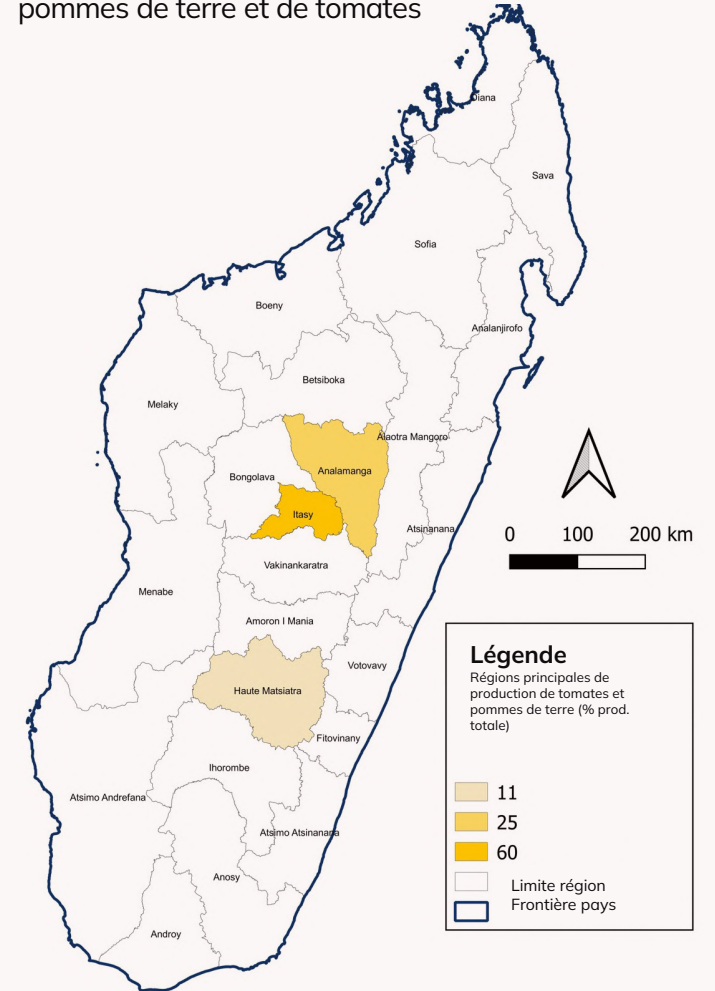
**Carte 1 :** Principales zones de production laitière



**Carte 2 :** Principales zones de production de la pêche



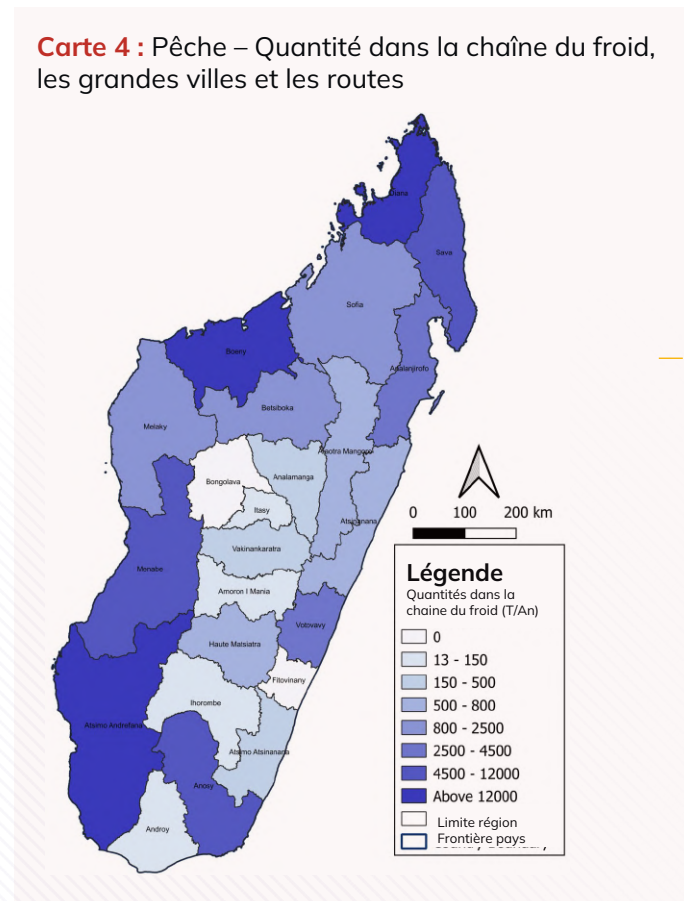
**Carte 3 :** Principales zones de production de pommes de terre et de tomates



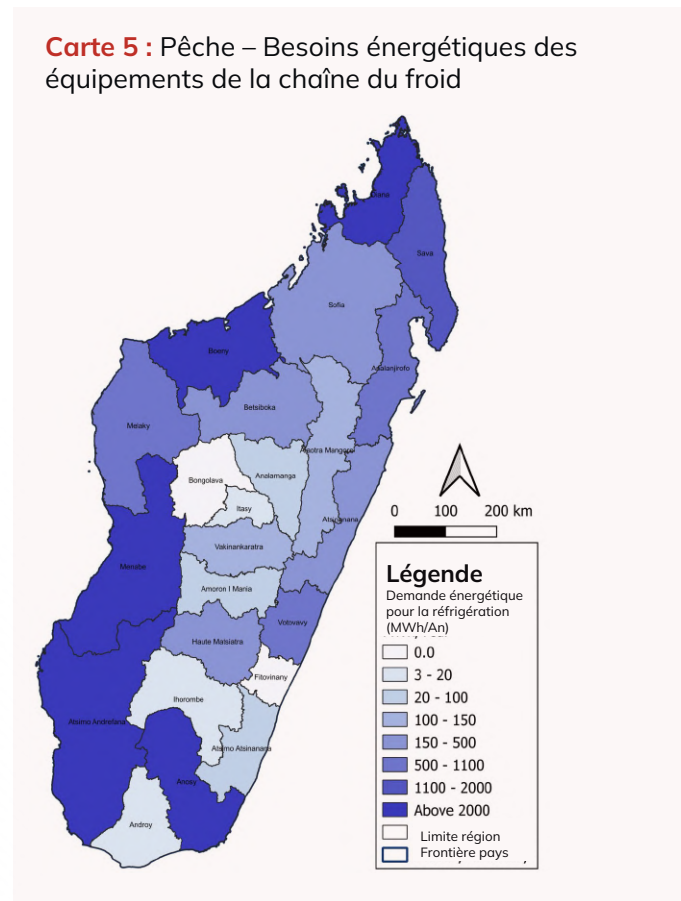
# Résultats : Quantité dans la chaîne du froid et besoins en énergie de refroidissement

La PEI de Madagascar a évalué les quantités dans la chaîne du froid dans divers scénarios, ainsi que la demande d'énergie et les besoins d'investissement en capital associés à chaque chaîne de valeur. Les cartes 4 et 5 montrent un exemple de pénétration de la chaîne du froid à 100 % pour la chaîne de valeur de la pêche.

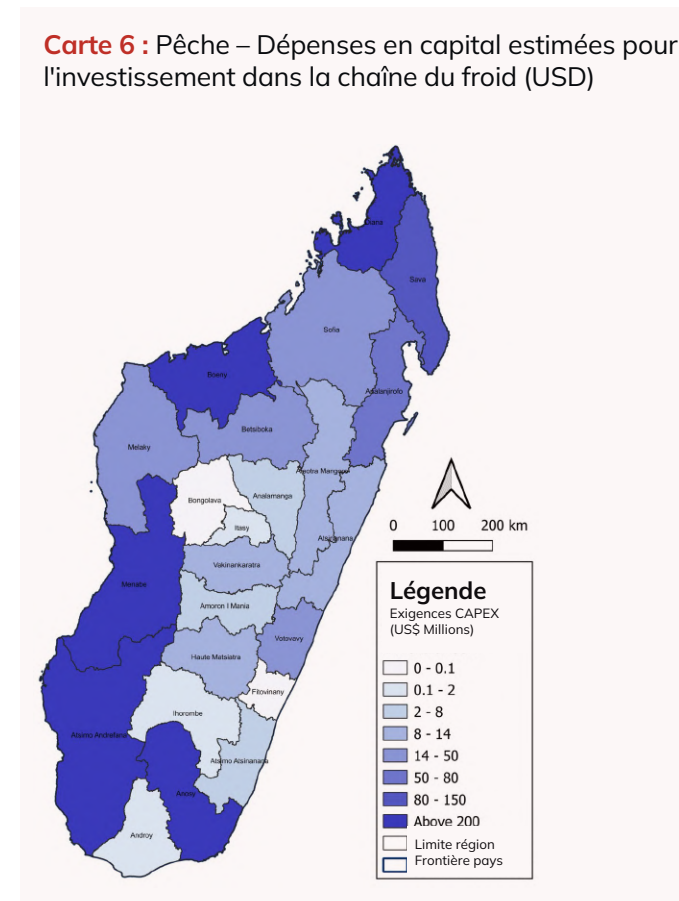
**Carte 4 :** Pêche – Quantité dans la chaîne du froid, les grandes villes et les routes



**Carte 5 :** Pêche – Besoins énergétiques des équipements de la chaîne du froid



**Carte 6 :** Pêche – Dépenses en capital estimées pour l'investissement dans la chaîne du froid (USD)



## Résultats : Analyse de la détérioration des aliments

**Tableau 1 :** Analyse de l'investissement dans la détérioration des aliments et le rendement du refroidissement

	POMMES DE TERRE	TOMATES	PRODUITS HALIEUTIQUES	PRODUITS LAITIERS
Production attendue (t/year)	402,012	60,539	653,622	171,817
Production annuelle post-récolte (t/an)	251,258	40,864	130,724	103,090
Pertes totales (t/year)	150,755	19,675	522,898	68,727
Production mise en vente après autoconsommation (t/year)	226,132	36,777	117,652	99,121
Estimation des pertes de la ferme/de la collecte	60%	60%	80%	80%
Estimation des pertes - vente en gros ou de la transformation commerciale	2%	10%		8%
Estimation des pertes - vente en détail	2%	2%	8%	
Valeur économique :	\$440.63	\$440.63	\$3,084.39	\$384.68
Incidences économiques des pertes	\$66,426,467	\$8,669,373	\$1,612,818,657	\$26,437,598
Prévention potentielle des pertes avec ECF (pénétration de 100 %)	37.50%	32.50%	70.00%	50.00%
Valeur des pertes évitables de la chaîne du froid (100% de pénétration)	\$24,909,925	\$2,817,546	\$1,128,973,060	\$13,218,799
Retour sur Investissement ECF (100% de pénétration)	10	16	2	3



## Résultats : Résumé des exigences et des coûts de la chaîne du froid

La PEI de Madagascar a évalué l'impact et les coûts des différents niveaux de pénétration de la technologie de la chaîne du froid. 100 % de pénétration, comme le montre le tableau X, représente les besoins d'investissement pour développer une chaîne du froid entièrement modernisée pour les chaînes de valeur représentatives.

Une alternative plus probable serait un scénario intermédiaire, dans lequel une partie de tous les investissements requis est développée dans les chaînes de valeur représentatives, une pénétration de 20%, comme le montre le tableau Y, est une cible raisonnable pour une décennie d'amélioration de la fonction de la chaîne du froid. Ce niveau d'amélioration répond aux besoins et démontre la valeur de l'adoption des équipements de la chaîne du froid aux autres opérateurs.

Cette approche nécessiterait cependant la création d'un plan pluriannuel qui se concentre d'abord sur le développement du refroidissement sur les sites de production, puis sur l'introduction de camions réfrigérés pour transporter les produits vers les infrastructures urbaines existantes, suivi d'un programme de construction de plus grandes infrastructures communautaires pour les petites villes et les grands marchés villageois.

**Tableau 2 :** 100% de pénétration de la chaîne du froid pour les quatre chaînes de valeur

SCÉNARIO 1	QTÉ DANS LA CHAÎNE DU FROID EN TONNES/AN	DEMANDE D'ÉNERGIE POUR LA RÉFRIGÉRATION EN GWH/AN	TRANSPORT DE LA CHAÎNE DU FROID EN T-KM/AN	COÛT DU TRANSPORT À FROID EN USD	COÛT CAPEX EN USD	CAPEX PAR HABITANT EN USD
Pommes de terre	226 132	53	19 528 802	1 712 114 \$	250 457 668 \$	9 \$
Tomate	36 777	12	3 070 227	269 171 \$	46 415 023 \$	2 \$
Poisson	117 652	33	2 101 738	184 262 \$	2 394 974 101 \$	83 \$
Produits laitiers	99 121	115	1 024 541	89 823 \$	37 092 598 \$	1 \$
<b>Total</b>	<b>479 682</b>	<b>212</b>	<b>25 725 308</b>	<b>2 255 369 \$</b>	<b>2 728 939 389 \$</b>	<b>95 \$</b>





**Tableau 3 :** 20 % de pénétration de la chaîne du froid dans les quatre chaînes de valeur

SCÉNARIO DE CULTURE DE 20 %	QTÉ DANS LA CHAÎNE DU FROID EN TONNES/AN	DEMANDE D'ÉNERGIE POUR LA RÉFRIGÉRATION EN GWH/AN	TRANSPORT DE LA CHAÎNE DU FROID EN T-KM/AN	COÛT DU TRANSPORT À FROID EN USD	COÛT CAPEX EN USD	CAPEX PAR HABITANT EN USD
Pommes de terre	45 226	11	3 905 760	342 423 \$	50 091 534 \$	2 \$
Tomate	7 355	2	614 045	53 834 \$	9 283 005 \$	0 \$
Poisson	23 530	7	420 348	36 852 \$	478 994 820 \$	17 \$
Produits laitiers	19 824	23	204 908	17 965 \$	7 418 520 \$	0 \$
<b>Total</b>	<b>95 936</b>	<b>42</b>	<b>5 145 062</b>	<b>451 074 \$</b>	<b>545 787 878 \$</b>	<b>19 \$</b>



# Conclusions

- L'agriculture est vitale pour l'économie malagasy, mais il existe des défis et des obstacles majeurs pour que le secteur atteigne son plein potentiel et améliore les moyens de subsistance.
- La mauvaise qualité des routes est un obstacle majeur au transport en toute sécurité des produits périssables frais des zones rurales vers les zones urbaines.
- Le retour sur investissement est le plus rapide pour les produits halieutiques (poisson, fruits de mer), le deuxième pour les produits laitiers et le plus lent pour les autres produits horticoles (tomates et pommes de terre).
- Bien que les investissements pour les tomates semblent particulièrement peu attrayants, il convient de noter que 70 % des tomates peuvent partager des équipements avec des pommes de terre, ce qui améliore la faisabilité économique des investissements pour les deux produits.
- Les activités de pêche locales dans les zones sans transformation et traitement industriels du poisson semblent être le secteur le plus adapté aux investissements ciblés dans la chaîne du froid agricole, car le taux de détérioration, la valeur économique et nutritionnelle par tonne sont les plus élevés pour le poisson, qui, associé au retour sur investissement le plus rapide, montre un fort potentiel d'implication du secteur privé dans le développement de solutions pour la chaîne du froid.
- À l'avenir, les projets pilotes sont essentiels pour confirmer le fonctionnement de la chaîne du froid dans différentes régions. Il sera surtout important pour le secteur de capitaliser sur les résultats des projets pilotes en cours de la GIZ, du PAM et du SWIOFISH pour comprendre et mettre à l'échelle des modèles de livraison et des choix d'équipement efficaces.
- Une formation sera également nécessaire à l'utilisation et à l'entretien des équipements de réfrigération et d'autres équipements de la chaîne du froid pour s'assurer qu'ils fonctionnent correctement, mais la formation des agriculteurs aux meilleures pratiques de récolte aidera également à éviter les pertes de déchets et de récolte, et devrait aller de pair avec la fourniture d'un accès aux équipements de la chaîne du froid.



Les coûts de mise en place d'une chaîne du froid agricole, bien que non négligeables, ne s'élèvent néanmoins qu'à quelques dollars par personne à l'échelle nationale.



Combinée à une formation aux meilleures pratiques de récolte, une chaîne du froid forte a le potentiel de doubler la production nationale des cultures que nous avons étudiées.



De plus, le même équipement peut être utilisé pour plusieurs cultures, y compris la plupart de celles qui n'ont pas été spécifiquement étudiées dans cette étude.



Ainsi, investir dans une chaîne du froid moderne entraînerait à la fois une meilleure nutrition et une meilleure sécurité financière pour toutes les personnes qui travaillent dans le secteur de l'alimentation et l'agriculture.

VOUS POUVEZ DECOUVRIR ET TELECHARGER LES RESULTATS SUR :

[madagascar-iep.sdq7energyplanning.org](http://madagascar-iep.sdq7energyplanning.org)



POUR TOUTES QUESTIONS :  
[uiep@seforall.org](mailto:uiep@seforall.org)

