DOSSIER PAYS

Madagascar

Eau d'irrigation, climat, engrais et cultures : Étude nationale et étude de chaque zone, bénéfices potentiels de nos produits, échanges extérieurs

Green Solutions · contact@green-solutions-group.com · green-solutions-group.com



Allée des baobabs, dans l'ouest de Madagascar, au coucher du soleil.

Avant-propos

Ce dossier décrit Madagascar sous l'angle de l'eau d'irrigation, du climat, des engrais et des cultures. Il s'adresse aux ministères chargés de l'agriculture, de l'eau et du commerce, aux directions régionales de l'agriculture et aux coopératives agricoles. Il répond à trois questions : Où l'eau est-elle utilisée, pour quelles cultures, et dans quelles zones ? Il examine ensuite ce que nos produits peuvent changer, et ce que cela peut représenter pour les échanges extérieurs du pays.

Lecture des sources. Chaque chiffre renvoie à une source, identifiée dans le texte et détaillée à l'annexe A. Chaque source porte un niveau de confiance :

Comment lire ce document

- **A** : Statistique officielle ou base internationale (Banque mondiale, FAO, douanes de Madagascar).
- **B** : Institut de recherche, laboratoire, organisme des Nations unies ou modèle climatique reconnu.
- **C** : Déclaration du fabricant, site web, presse ou estimation.
- « Md » signifie milliards ; « M » signifie millions ; « Mm³ » signifie millions de mètres cubes ; « t » signifie tonnes ; « I$ » signifie dollars internationaux constants (2014-2016).
- Un « scénario » est un calcul à partir d'essais cités. Ce n'est pas une mesure faite à Madagascar.

Sommaire

Synthèse
1. Green Solutions et nos produits
2. Madagascar en chiffres
3. Ensoleillement, pluie et changement climatique
4. L'eau d'irrigation : Ressources, surfaces, prélèvements
5. Les engrais : Quantités, achats, dépense
6. Les zones d'un coup d'œil
7. Les vingt premières cultures : Trois classements
8. Extrapolation par culture et économies d'eau
9. Bénéfices potentiels de nos produits
10. Commerce extérieur : Exportations, importations, importer
11. Étude de chaque zone
Annexe A. Sources et niveaux de confiance
Annexe B. Méthode de calcul
Annexe C. Crédits photographiques

Synthèse

Les points ci-dessous résument le dossier. Les chiffres viennent de sources publiques : Banque mondiale, FAO (FAOSTAT), douanes de Madagascar, PVGIS et ERA5. Les économies d'eau sont des scénarios, décrits à l'annexe B.

32,7 M
Habitants en 2025 (Banque mondiale)

2,04 M ha
De riz récoltés en 2024 (FAOSTAT), la première culture

832 000 ha
De surface équipée pour l'irrigation (FAOSTAT)

1 538 Mm³
D'eau économisés par an au scénario central

99 000 ha
Irrigables en plus avec la même eau

767 M$
D'exportations agricoles en 2024 (FAOSTAT)

Huit points à retenir

• **Le riz domine.** 2,04 millions d'hectares récoltés en 2024, pour 4,97 millions de tonnes.

• **L'agriculture prélève presque toute l'eau.** 12,9 km³ par an sur 13,5 km³ de prélèvements totaux (96 %, 2022).

• **Un climat très contrasté.** De 502 mm de pluie par an à Ambovombe à 2 172 mm à Toamasina.

• **Le scénario central économise 1 537,88 milliard de m³ par an**, soit 11,9 % des prélèvements agricoles, comme si l'on pouvait irriguer environ 99 000 ha de plus.

• **Le riz porte 60 % de cette économie, sur une hypothèse générique.** Aucun essai n'est cité pour le riz : L'hypothèse est de 10 % au scénario central.

• **Les essais donnent les gains de rendement.** Au scénario central : 98 311 t de production en plus, pour les cultures où un essai est cité.

• **La vanille et le girofle font 60 % des exportations agricoles** : 457 M$ en 2024.

• **Le pays importe plus qu'il n'exporte en produits agricoles** : 930 M$ d'importations en 2024, dont 163 M$ d'huile de palme et 128 M$ de riz usiné.

Chiffres clés

Indicateurs clés de Madagascar

Indicateur	Valeur	Année	Source (niveau)
Population	32,7 M	2025	Banque mondiale (A1)
PIB par habitant	599 $	2025	Banque mondiale (A1)
Part de l'agriculture dans le PIB	21,7 %	2025	Banque mondiale (A1)
Surface équipée pour l'irrigation	831 700 ha	2024	FAOSTAT (A6)
Prélèvements d'eau, agriculture	12,9 km³	2022	Banque mondiale, FAOSTAT (A1)
Eau économisée, scénario central	1 538 Mm³	—	Calcul (annexe B)
Riz récolté	2,04 M ha	2024	FAOSTAT (A2)
Exportations agricoles	767 M$	2024	FAOSTAT (A4)
Importations agricoles	930 M$	2024	FAOSTAT (A4)
Azote minéral, usage agricole	9 771 t	2024	FAOSTAT (A5)

Source : Tableau établi à partir des sources indiquées ; calcul de l'auteur pour les scénarios.

1. Green Solutions et nos produits

Green Solutions développe des produits pour l'eau, la fertilisation et la protection des cultures. Quatre familles intéressent ce dossier. Les rendements cités sont ceux publiés par le fabricant ou par les essais, avec leur niveau de confiance.

Produits concernés par ce dossier

Produit	Usage revendiqué	Preuves publiées (niveau)
EVERGREEN® (hydrorétenteur)	Retient l'eau de pluie ou d'irrigation sous forme de gel, près des racines.	Essais maïs, pomme de terre, pastèque, palmier dattier et soja. Niveau B à C.
ECOSORB® (hydrorétenteur à base d'amidon de maïs)	Même usage ; durée d'action de 2 à 3 ans selon le site.	Essai soja (Chine) ; analyse d'acrylamide en laboratoire. Niveau B à C.
ECOFERT® (fertilisant)	Fertilisant certifié SOHISCERT et EU Bio.	Certificat publié ; essai pomme de terre combiné à EVERGREEN®. Niveau A (certificat), C (résultats).
Paulownia ALTIFOLIA®	Arbre à croissance rapide pour l'agroforesterie.	Chiffres du site ; aucun essai à Madagascar. Niveau C.
Water Vital®, NAPEMA®	Hors périmètre de ce dossier.	Pas de source indépendante dans les documents consultés.

Source : Site de Green Solutions (fiches de produit et essais publiés), annexe A.

La dose indicative publiée sur le site est de 30 à 75 kg/ha.



Rizières en terrasses et champs bien irrigués sur les hauts plateaux.

2. Madagascar en chiffres

Madagascar compte 32,7 millions d'habitants en 2025, dont 67 % en zone rurale. L'agriculture représente 21,7 % du produit intérieur brut et emploie 69 % de la population active. Le pays couvre 582 000 km², dont 70 % de terres agricoles.

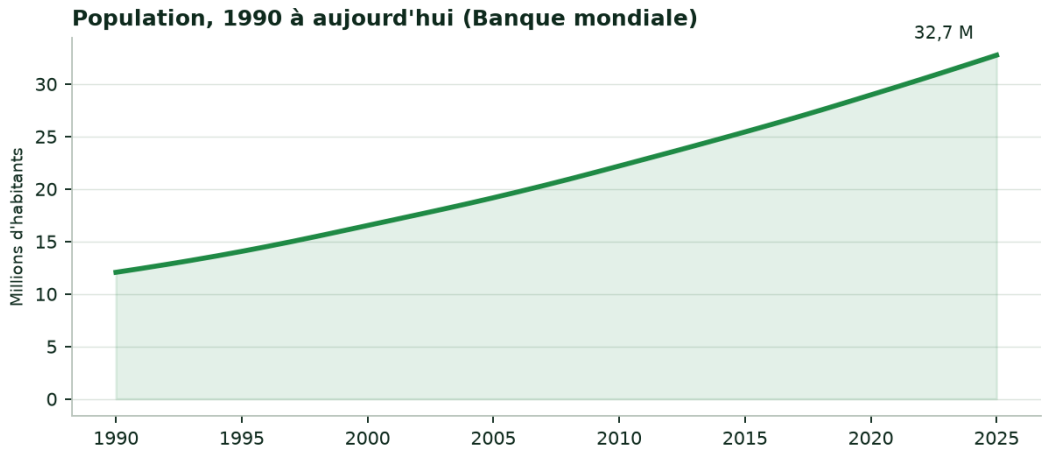


Figure 1. Population de Madagascar, 1990 à aujourd'hui. Source : Banque mondiale (A1)

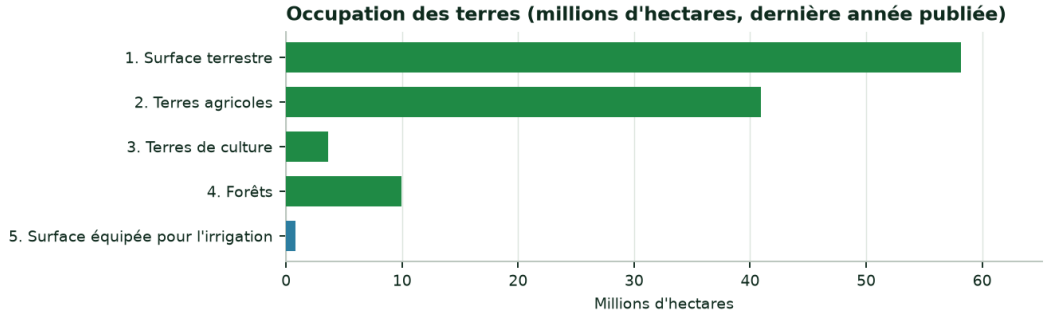


Figure 2. Occupation des terres, dernière année publiée. Source : FAOSTAT (A6)

Indicateurs agricoles et hydriques, dernière année publiée

Indicateur	Valeur	Année	Source
Terres de culture certifiées biologiques	168 000 ha	2024	FAOSTAT (A6)
Rendement moyen des céréales	2 393 kg/ha	—	Banque mondiale (A1)
Engrais utilisés	6 kg/ha	—	Banque mondiale (A1)
Prélèvements d'eau, part de l'agriculture	95,9 %	2022	Banque mondiale (A1)
Ressources internes en eau	337,0 km³	—	Banque mondiale (A1)
Ressources internes par habitant	11 072 m³	—	Banque mondiale (A1)



Champs et paysages agricoles des hauts plateaux, au centre de l'île.

3. Ensoleillement, pluie et changement climatique

3.1 Ensoleillement

Le rayonnement solaire global atteint 1 859 à 2 291 kWh/m² par an selon les zones. Il est élevé partout : L'énergie ne manque pas, c'est l'eau qui fait la différence.

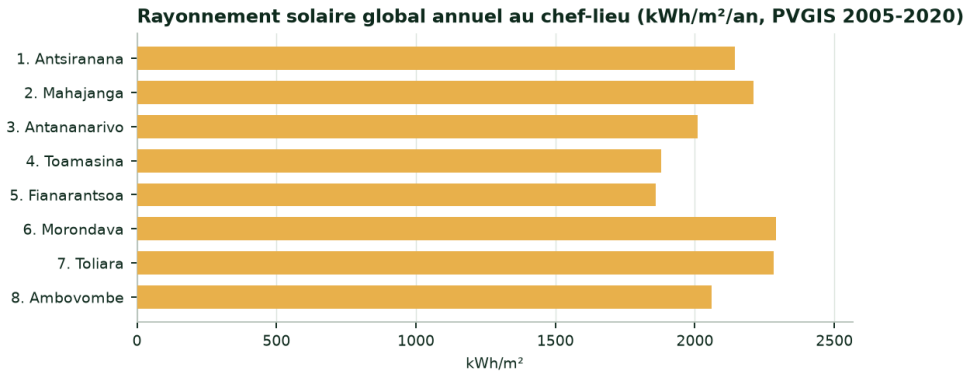


Figure 3. Rayonnement solaire global annuel au chef-lieu de chaque zone. Source : PVGIS (A8)

3.2 Pluie et évapotranspiration

La pluie varie fortement d'une zone à l'autre. À Toamasina, la pluie annuelle moyenne est de 2 172 mm ; à Ambovombe, elle n'est que de 502 mm, alors que l'évapotranspiration de référence y dépasse 1 700 mm par an.

Pluie mensuelle moyenne, 1991-2020 (mm par mois)

Mois	Antsiranana	Mahajanga	Antananarivo	Toamasina	Fianarantsoa	Morondava	Toliara	Ambovombe
Janvier	237	419	301	328	290	335	199	103
Février	215	316	256	322	220	254	132	93
Mars	142	210	141	318	150	113	60	57
Avril	47	45	35	166	53	28	21	37
Mai	13	8	13	158	25	4	7	22
Juin	6	1	5	140	16	2	5	18
Juillet	7	2	5	160	17	1	4	15
Août	5	1	4	114	10	1	4	15
Septembre	4	3	6	82	11	2	6	14
Octobre	15	20	30	90	45	11	11	22
Novembre	29	92	84	86	98	38	32	40
Décembre	124	225	194	209	212	130	76	67

Source : ERA5 via Open-Meteo (A9) ; calcul de l'auteur.

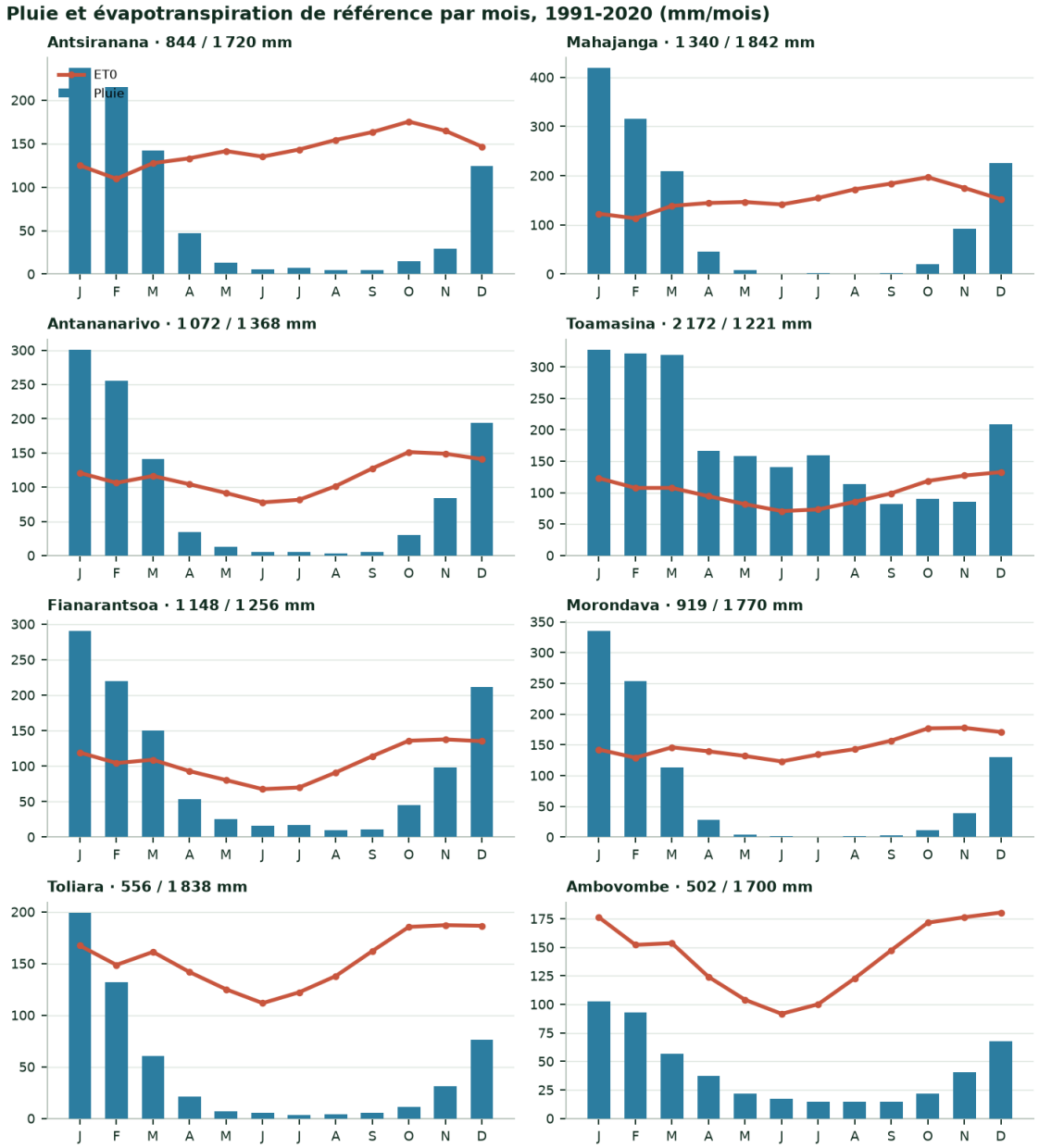


Figure 4. Pluie et évapotranspiration de référence par mois, par zone, 1991-2020. Source : ERA5 via Open-Meteo (A9)

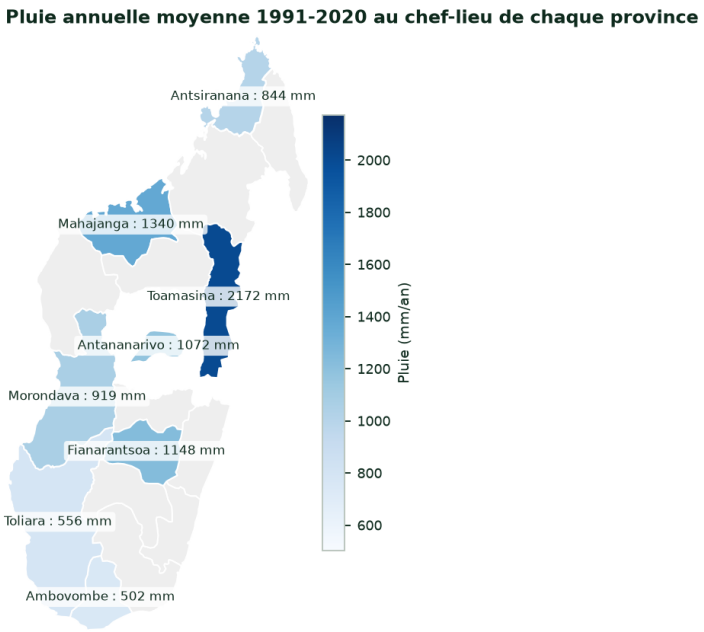


Figure 5. Pluie annuelle moyenne 1991-2020 au chef-lieu de chaque province. Source : ERA5 (A9) ; Natural Earth (A10)

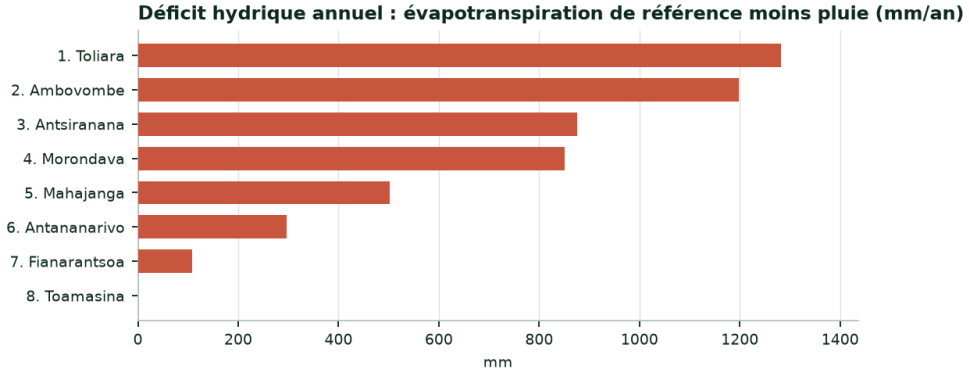


Figure 6. Déficit hydrique annuel : Évapotranspiration de référence moins pluie. Source : ERA5 (A9)

3.3 Changement climatique

La température moyenne annuelle augmente. À Antananarivo, elle est passée de 17,7 °C en 1981 à 18,9 °C en 2024, soit une tendance de 0,23 °C par décennie. À Toliara, la tendance est de 0,22 °C par décennie, de 24,2 °C à 25,9 °C.

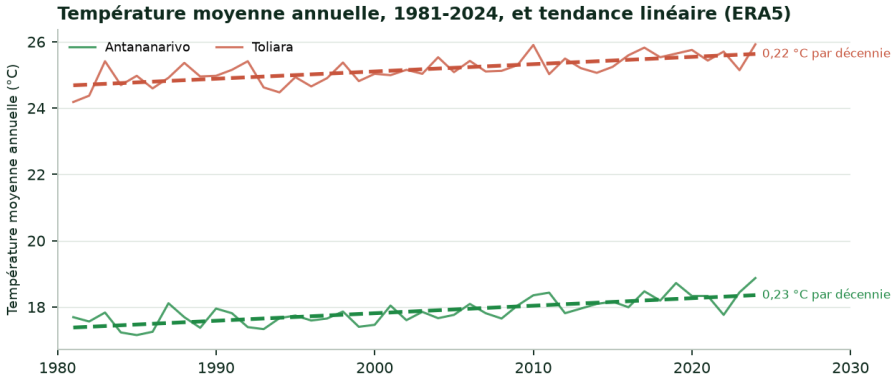


Figure 7. Température moyenne annuelle, 1981-2024, et tendance linéaire. Source : ERA5 (A9)



Plaines ouvertes de l'ouest, où la saison sèche est longue.

4. L'eau d'irrigation : Ressources, surfaces, prélèvements

4.1 Ressources et prélèvements

Les prélèvements totaux d'eau douce atteignent 13,5 km³ par an (2022). L'agriculture en prélève 95,9 %, soit 12,9 km³. Les ressources internes sont de 337 km³ par an, soit 11 072 m³ par habitant.

Eau douce : Prélèvements et ressources

Indicateur	Valeur	Année	Source
Prélèvements totaux	13,46 km³	2022	Banque mondiale (A1)
Part de l'agriculture	95,9 %	2022	Banque mondiale (A1)
Prélèvements agricoles	12,90 km³	2022	Calcul à partir de A1
Surface équipée pour l'irrigation	831 700 ha	2024	FAOSTAT (A6)
Prélèvements agricoles par hectare équipé	15 516 m³/ha	—	Calcul (annexe B)
Stress hydrique	11,3 %	—	Banque mondiale (A1)

4.2 Les surfaces irriguées

Les surfaces équipées sont de 831 700 hectares. Le riz occupe l'essentiel de la surface cultivée : 2,04 millions d'hectares récoltés en 2024. Les cultures irriguées principales sont le riz, le maïs, les légumes, les pommes de terre et la patate douce, la canne à sucre et les fruits.



Rizières en terrasses et bassins d'eau : L'eau d'irrigation se voit dans le paysage.

4.3 Ce que représente l'économie d'eau

Au scénario central, l'économie est de 1 538 Mm³ par an, soit 11,9 % des prélèvements agricoles. Avec 15 516 m³ par hectare équipé, cette eau permettrait d'irriguer environ 99 000 hectares de plus.

5. Les engrais : Quantités, achats, dépense

5.1 Quantités utilisées

En 2024, l'usage agricole atteint 9 771 tonnes d'azote, 5 561 tonnes de phosphate (P2O5) et 4 049 tonnes de potasse (K2O). Les importations d'azote ont été de 9 681 tonnes la même année.

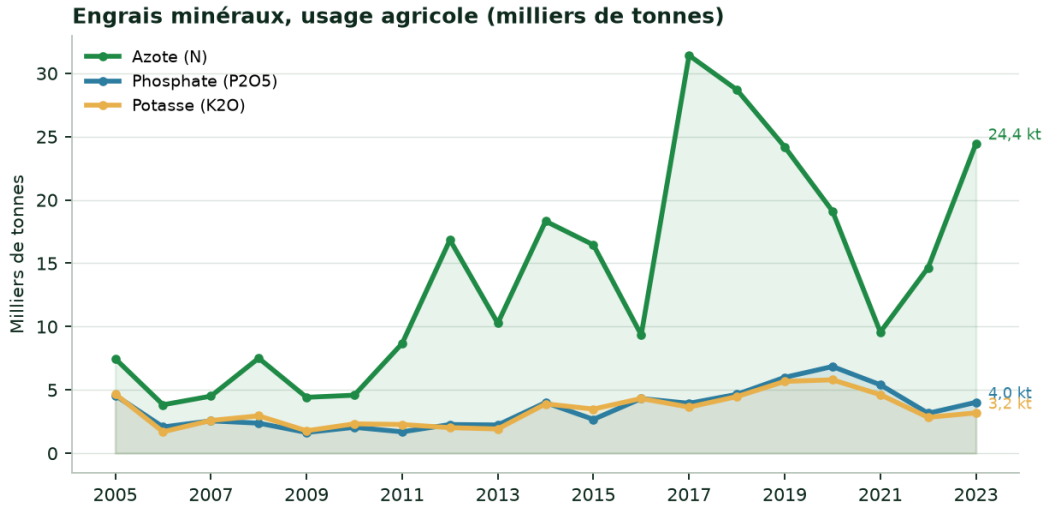


Figure 8. Engrais minéraux, usage agricole, 2005-2023. Source : FAOSTAT (A5)

5.2 Cadre réglementaire

Aucun cadre réglementaire spécifique aux engrais n'a été trouvé à la date de l'étude. Selon la FAO et le ministère de l'agriculture, un projet technique (août 2026 à juillet 2028) doit en préparer un pour l'importation, l'enregistrement et le contrôle des engrais (A13).



Repiquage du riz dans les rizières : La fertilisation et l'eau se décident au champ.

5.3 Dépense indicative

En 2024, la dépense indicative minimale en engrais minéraux atteint 15 millions de dollars, au prix international des engrais (calcul de l'annexe B, borne basse).

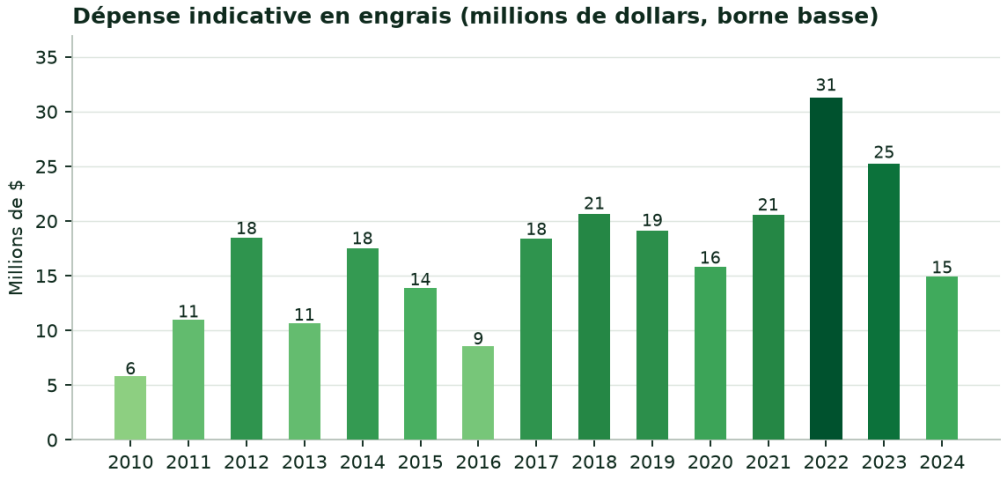


Figure 9. Dépense indicative en engrais, borne basse. Source : Calcul de l'auteur à partir de A5 et A7

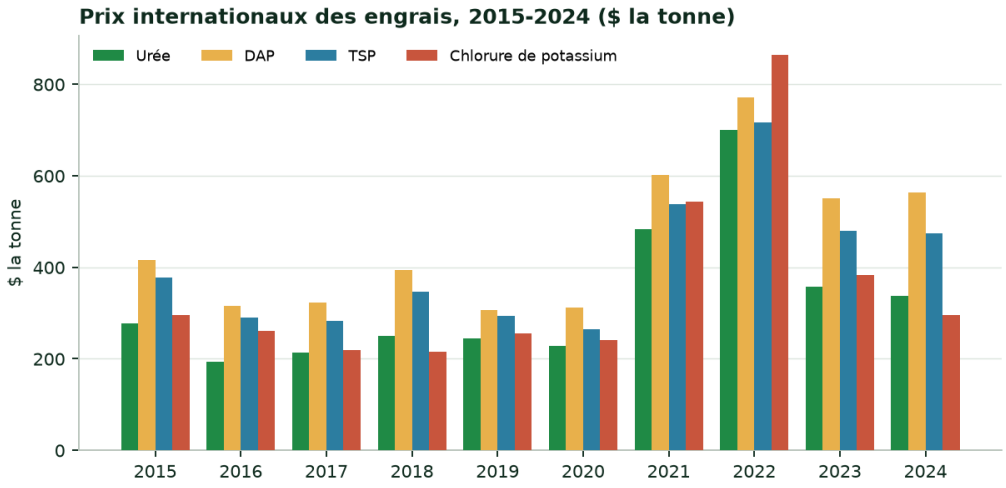


Figure 10. Prix internationaux de l'urée, du DAP, du TSP et du chlorure de potassium. Source : Banque mondiale, Pink Sheet (A7)

6. Les zones d'un coup d'œil

Le tableau compare les zones à partir du chef-lieu de chacune. Les chiffres de climat sont des moyennes 1991-2020, sauf le rayonnement (2005-2020).

Climat des chefs-lieux de zone, moyennes 1991-2020

Zone (chef-lieu)	Pluie (mm/an)	ET0 (mm/an)	Déficit (mm/an)	Rayonnement (kWh/m²/an)	Température (°C)
Antsiranana	844	1 720	876	2 143	25,3
Mahajanga	1 340	1 842	502	2 209	26,9
Antananarivo	1 072	1 368	296	2 010	17,9
Toamasina	2 172	1 221	-951	1 880	23,4
Fianarantsoa	1 148	1 256	108	1 859	17,7
Morondava	919	1 770	851	2 291	25,8
Toliara	556	1 838	1 282	2 282	25,2
Ambovombe	502	1 700	1 198	2 061	23,5

Source : ERA5 via Open-Meteo (A9) ; PVGIS (A8) ; calcul de l'auteur.



Paysage de collines et de terrasses, typique des hauts plateaux.

7. Les vingt premières cultures : Trois classements

7.1 Par surface récoltée

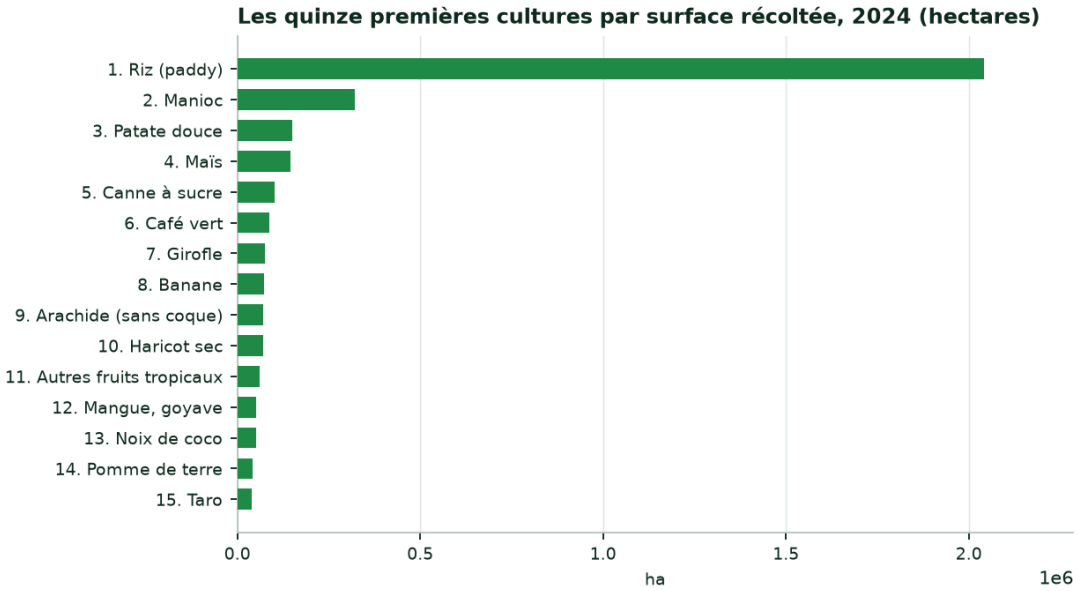


Figure 11. Les quinze premières cultures par surface récoltée, 2024 (hectares). Source : FAOSTAT (A2)

Les dix premières cultures par surface, 2024

Culture	Surface récoltée (ha)	Production (t)	Rendement (t/ha)
Riz (paddy)	2 040 884	4 970 000	2,44
Manioc	322 141	2 573 531	7,99
Patate douce	150 429	1 298 147	8,63
Maïs	144 592	265 000	1,83
Canne à sucre	100 974	3 162 265	31,32
Café vert	87 583	49 561	0,57

Culture	Surface récoltée (ha)	Production (t)	Rendement (t/ha)
Girofle	74 650	25 114	0,34
Banane	72 365	399 940	5,53
Arachide (sans coque)	70 192	58 610	0,83
Haricot sec	69 767	84 150	1,21

Source : FAOSTAT (A2). La vanille est exclue : Sa surface publiée ne correspond pas à sa production.

7.2 Par production

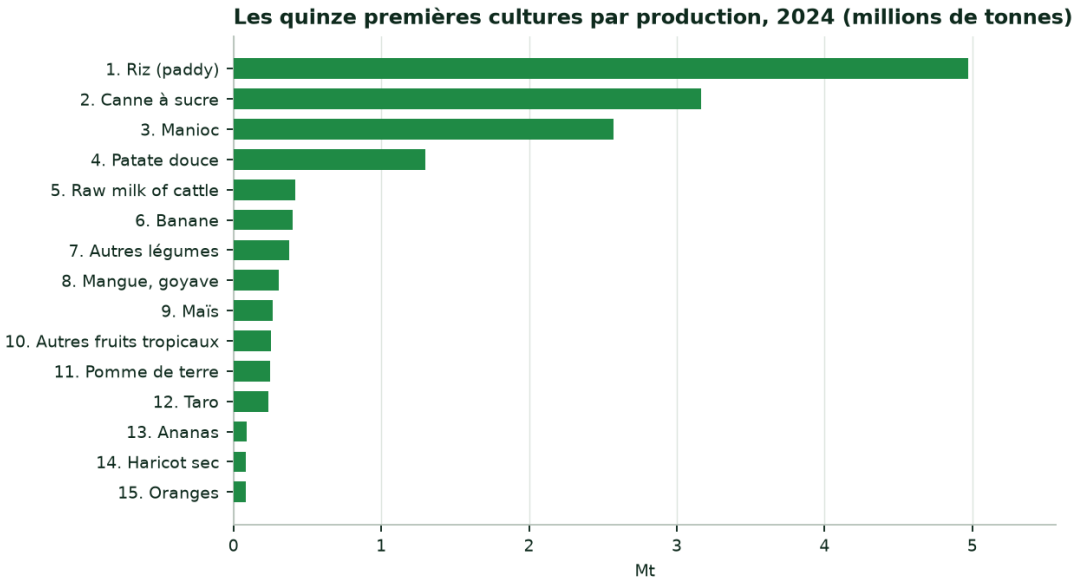


Figure 12. Les quinze premières cultures par production, 2024 (millions de tonnes). Source : FAOSTAT (A2)

7.3 Par valeur de production

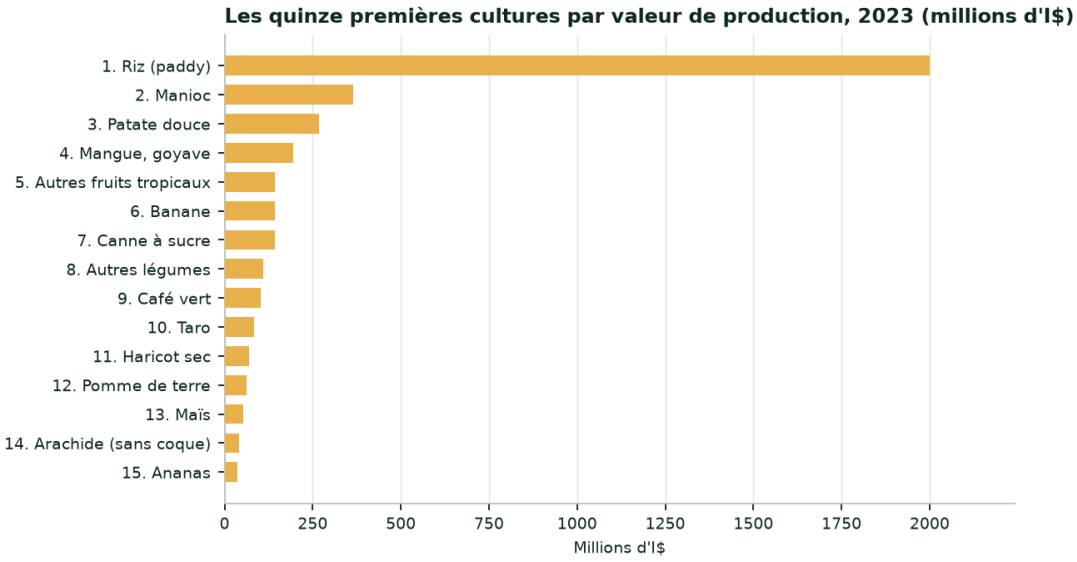
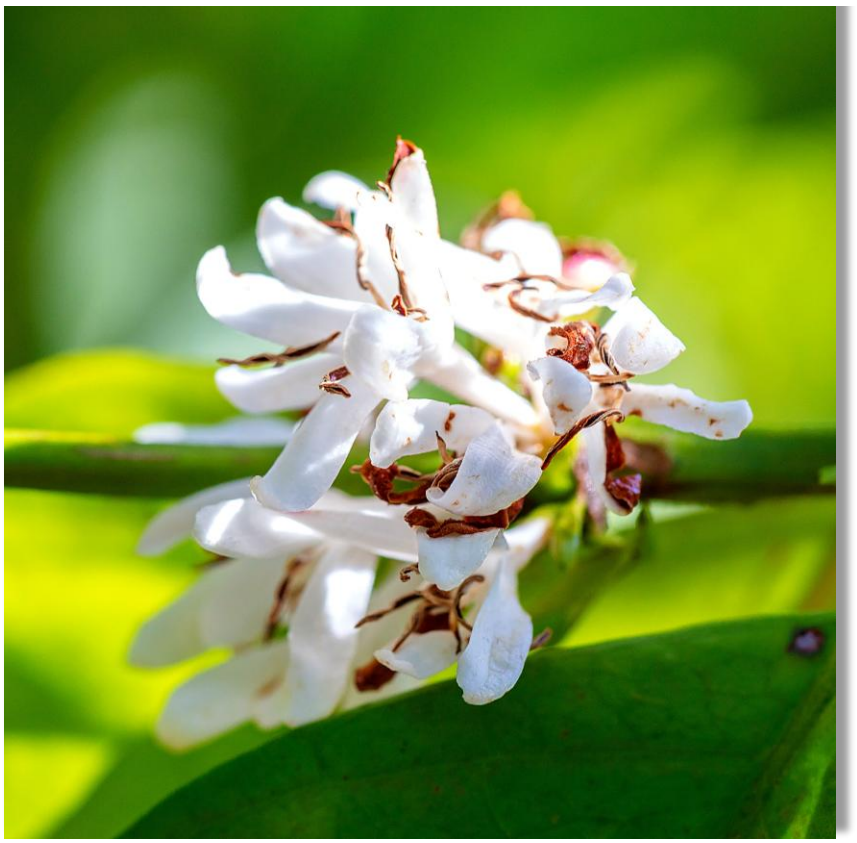


Figure 13. Les quinze premières cultures par valeur de production, 2023 (millions d'I$). Source : FAOSTAT (A3)



Fleurs de caféier : Le café fait partie des cultures pérennes du pays.

8. Extrapolation par culture et économies d'eau

8.1 Méthode

La méthode en bref

• L'eau agricole nationale est répartie entre les cultures irrigables au prorata de leurs surfaces récoltées (hypothèse : Aucune statistique d'irrigation par culture).

• Chaque groupe reçoit l'effet de l'essai cité pour sa culture : Un quart (prudent), la moitié (central), la totalité (fort).

• Sans essai, l'hypothèse générique est de 5, 10 et 20 % d'eau économisée, sans gain de rendement.

8.2 Essais utilisés comme analogues

Essais cités et leur usage dans le calcul

Essai	Culture	Eau	Rendement	Usage dans le calcul
Palmier dattier, Émirats (ICBA, 2021)	Palmier	−82 %	+20 %	Non retenu (aucune culture de palmier dattier) ; cité pour mémoire
Pastèque, Mexique (2023)	Pastèque	−60,5 %	+30 %	Légumes et melons
Pomme de terre, Afrique du Sud (2025)	Pomme de terre	−52 %	+31,4 %	Pomme de terre, patate douce, oignon, ail
Maïs, Turquie (TIGEM, Konya, 2025)	Maïs	−38,9 %	+17,1 %	Maïs
Soja, Chine	Soja	Hypothèse	+11,3 %	Légumineuses pluviales : Pas d'eau d'irrigation dans le calcul

Source : A14 à A18 (essais publiés et site du fabricant, niveaux B et C).

8.3 Paramètres par groupe de cultures

Surface équipée attribuée, essai utilisé et eau économisée (scénario central)

Groupe de cultures	Surface équipée (ha)	Part	Essai ou hypothèse	Eau économisée (Mm³/an)
Riz (paddy)	598 341	71,9 %	Hypothèse générique, aucun essai sur le riz	928,4
Maïs	42 391	5,1 %	Maïs, Turquie (TIGEM, 2025)	128,3
Pomme de terre, patate douce, oignon, ail	56 850	6,8 %	Pomme de terre, Afrique du Sud (2025)	229,3
Légumes et melons	13 939	1,7 %	Pastèque, Mexique (2023)	65,4
Canne à sucre	29 603	3,6 %	Hypothèse générique, aucun essai	45,9
Fruits (banane, mangue, agrumes, avocat, ananas)	90 576	10,9 %	Hypothèse générique, aucun essai	140,5

Source : Calcul de l'auteur (annexe B).

8.4 Résultats nationaux

1 538 Mm³
D'eau économisés par an (scénario central, 11,9 % des prélèvements agricoles)

99 000 ha
Irrigables en plus avec cette eau

98 000 t
De production en plus, pour les cultures à essai

23 M I$
De valeur de production en plus (2014-2016)

Eau économisée, hectares irrigables en plus et gain de production, par scénario

Scénario	Eau (Mm³/an)	Hectares en plus	Production (t/an)	Valeur (M I$/an)
Prudent	769	49 558	49 156	11,6
Central	1 538	99 116	98 311	23,1
Fort	3 076	198 231	196 622	46,2

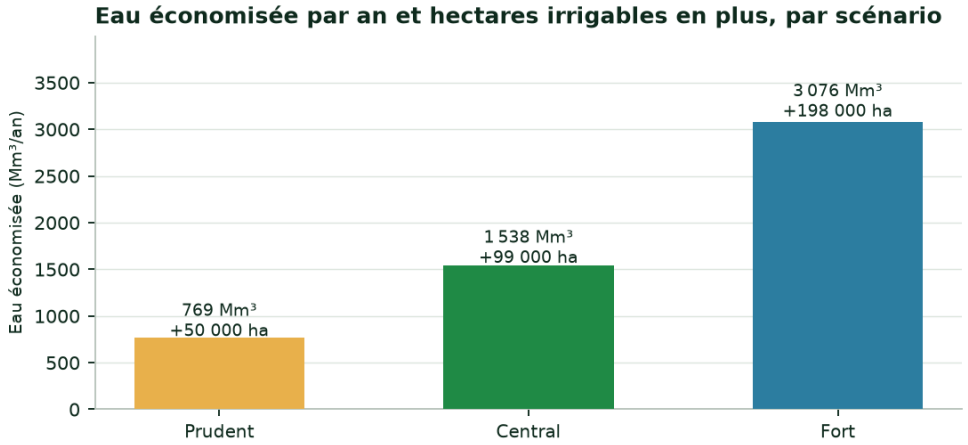


Figure 14. Eau économisée par an et hectares irrigables en plus, par scénario. Source : Calcul de l'auteur

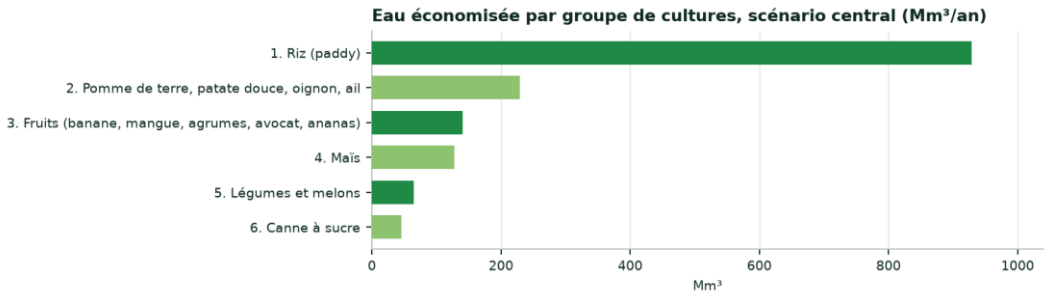


Figure 15. Eau économisée par groupe de cultures, scénario central. Source : Calcul de l'auteur

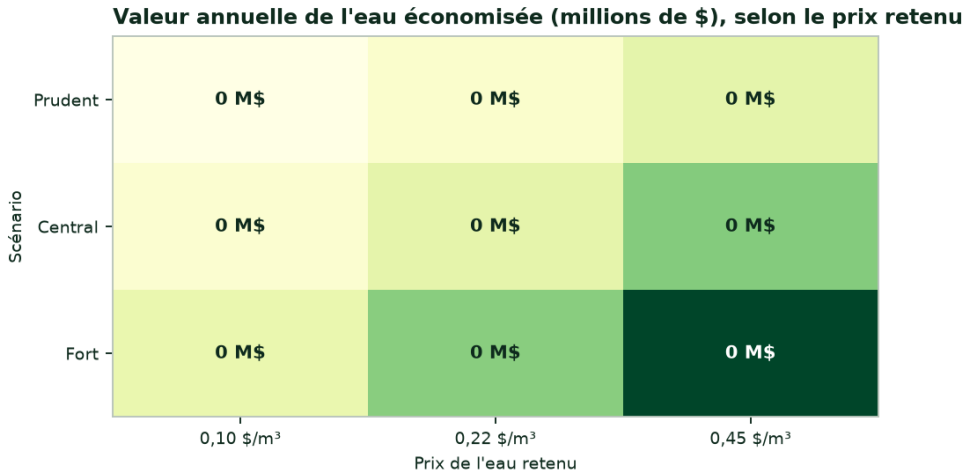


Figure 16. Valeur annuelle de l'eau économisée, selon le prix retenu pour le mètre cube. Source : Calcul de l'auteur ; prix retenus comme hypothèses, aucune tarification nationale

8.5 Lecture des résultats

Points clés

- Le riz donne 60 % de l'économie centrale, sur une hypothèse générique (10 %) : Aucun essai n'est cité pour le riz.
- Le maïs, les racines et les légumes donnent 28 % de l'économie centrale, à partir d'essais publiés.
- Le gain de production, 98 311 t au scénario central, ne concerne que les cultures où un essai est cité.

9. Bénéfices potentiels de nos produits

Le tableau recense ce que les produits peuvent apporter selon les documents disponibles, avec leur niveau de confiance et leur limite.

Bénéfices potentiels, par situation

Bénéfice	Chiffres publiés	Source (niveau)	Limite
Économie d'eau d'irrigation	Palmier −82 % ; pastèque −60,5 % ; pomme de terre −52 % ; maïs −38,9 %	A14 à A18 (B, C)	Un essai par culture ; conditions non comparables à Madagascar
Rendement	Maïs +17,1 % ; pomme de terre +31,4 % ; pastèque +30 % ; palmier +20 % ; soja +11,2 à +11,4 %	A14 à A18 (B, C)	Un ou deux essais par culture ; témoins parfois différents
Sécurité : Acrylamide (ECOSORB®)	Inférieure à 3,0 µg/g	A19 (B)	Un laboratoire, une date
Conformité REACH (EVERGREEN®)	≤ 0,1 % de substances extrêmement préoccupantes dans 233 substances testées	A20 (B)	Cribage, pas une homologation

Bénéfice	Chiffres publiés	Source (niveau)	Limite
Certification (ECOFERT®)	Certifié SOHISCERT et EU Bio	A21 (A)	Valable pour le produit certifié
Agroforesterie (Paulownia ALTIFOLIA®)	13 à 15 m en 6 à 8 ans (site web)	A22 (C)	Aucun essai à Madagascar

Source : Annexe A.



Le coucher du soleil sur les baobabs : L'eau et la lumière font le paysage.

10. Commerce extérieur : Exportations, importations, importer

10.1 Vue d'ensemble, 2023 et 2024

Échanges de produits agricoles et total des marchandises (millions de $)

Indicateur	2023	2024
Exportations agricoles (cultures et élevage)	766	767
Importations agricoles (cultures et élevage)	855	930
Exportations, toutes marchandises	3 213	2 582
Importations, toutes marchandises	4 750	4 833

Source : FAOSTAT (A4).

10.2 Exportations

La vanille est le premier produit agricole exporté (265 M$ en 2024), suivie du girofle (192 M$). Ensemble, ils font 60 % des exportations agricoles.

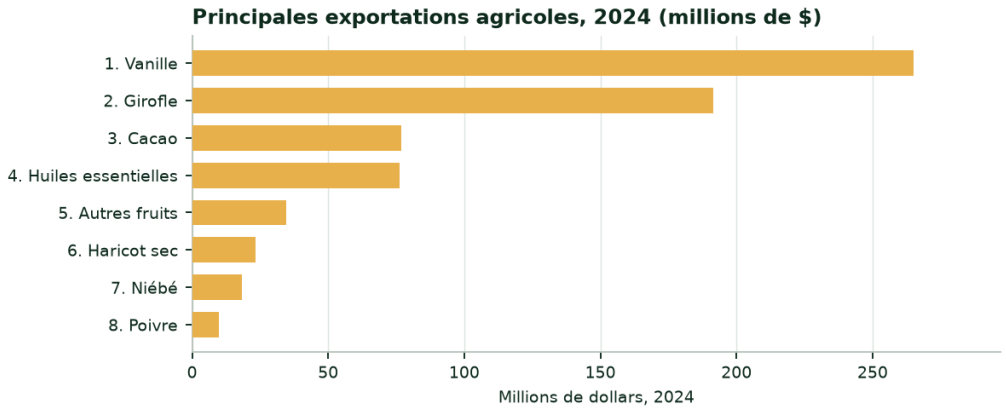


Figure 17. Principales exportations agricoles, 2024. Source : FAOSTAT (A4)

10.3 Importations

Le pays importe davantage de produits agricoles qu'il n'en exporte. L'huile de palme (163 M$), le riz usiné (128 M$), le sucre et les farines de blé figurent parmi les premières importations.

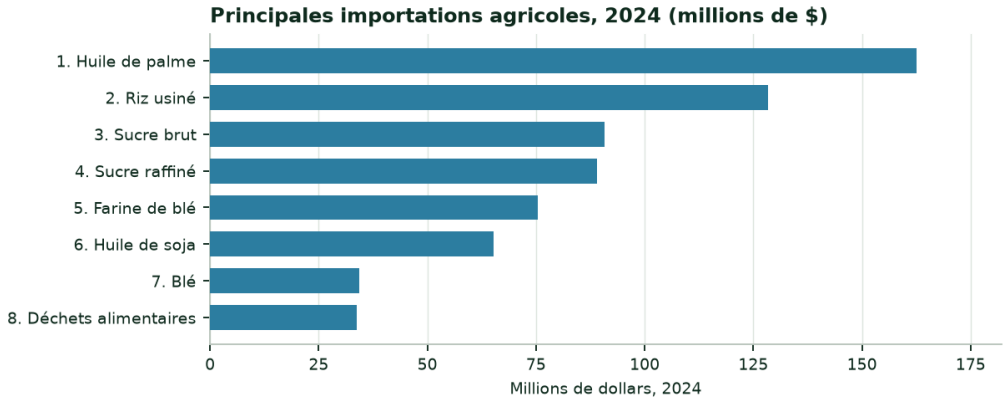


Figure 18. Principales importations agricoles, 2024. Source : FAOSTAT (A4)



Vanille en gousses : Premier produit agricole exporté.

10.4 Importer des hydrorétenteurs à Madagascar

Ce qu'il faut savoir

• **Droits de douane (code 3906.90, polymères acryliques sous formes primaires) :** 5 % au tarif général ; 0 % dans le cadre COMESA, COI et APEI ; 10 % dans le cadre SADC (A11).

• **TVA :** 20 %, calculée sur la valeur CAF augmentée des droits (A11).

• **Document obligatoire :** Le bordereau de suivi des cargaisons (BSC), rempli en ligne (A12).

• **Réglementation spécifique :** Aucune règle propre aux hydrorétenteurs n'a été trouvée à la date de l'étude (A13).

• **Classement :** Le code 3906.90 est une déduction pour nos produits ; le service des décisions anticipées des douanes tranche (A11).

11. Étude de chaque zone

Chaque zone est décrite à partir du chef-lieu qui la représente. Les chiffres indiquent le climat ; le déficit hydrique (évapotranspiration moins pluie) montre où l'eau manque le plus.



Village et rizières sur les collines des hauts plateaux.

Antsiranana

Indicateur	Valeur
Pluie annuelle, 1991-2020	844 mm
Évapotranspiration de référence	1 720 mm
Déficit hydrique annuel	876 mm
Rayonnement solaire global	2 143 kWh/m²
Température moyenne	25,3 °C

Source : ERA5 via Open-Meteo (A9) ; PVGIS (A8) ; calcul de l'auteur.

Mahajanga

Indicateur	Valeur
Pluie annuelle, 1991-2020	1 340 mm

Indicateur	Valeur
Évapotranspiration de référence	1 842 mm
Déficit hydrique annuel	502 mm
Rayonnement solaire global	2 209 kWh/m²
Température moyenne	26,9 °C

Source : ERA5 via Open-Meteo (A9) ; PVGIS (A8) ; calcul de l'auteur.

Antananarivo

Indicateur	Valeur
Pluie annuelle, 1991-2020	1 072 mm
Évapotranspiration de référence	1 368 mm
Déficit hydrique annuel	296 mm
Rayonnement solaire global	2 010 kWh/m²
Température moyenne	17,9 °C

Source : ERA5 via Open-Meteo (A9) ; PVGIS (A8) ; calcul de l'auteur.

Toamasina

Indicateur	Valeur
Pluie annuelle, 1991-2020	2 172 mm
Évapotranspiration de référence	1 221 mm
Déficit hydrique annuel	-951 mm
Rayonnement solaire global	1 880 kWh/m²
Température moyenne	23,4 °C

Source : ERA5 via Open-Meteo (A9) ; PVGIS (A8) ; calcul de l'auteur.

Fianarantsoa

Indicateur	Valeur
Pluie annuelle, 1991-2020	1 148 mm
Évapotranspiration de référence	1 256 mm
Déficit hydrique annuel	108 mm
Rayonnement solaire global	1 859 kWh/m²
Température moyenne	17,7 °C

Source : ERA5 via Open-Meteo (A9) ; PVGIS (A8) ; calcul de l'auteur.

Morondava

Indicateur	Valeur
Pluie annuelle, 1991-2020	919 mm
Évapotranspiration de référence	1 770 mm
Déficit hydrique annuel	851 mm
Rayonnement solaire global	2 291 kWh/m²
Température moyenne	25,8 °C

Source : ERA5 via Open-Meteo (A9) ; PVGIS (A8) ; calcul de l'auteur.

Toliara

Indicateur	Valeur

Indicateur	Valeur
Pluie annuelle, 1991-2020	556 mm
Évapotranspiration de référence	1 838 mm
Déficit hydrique annuel	1 282 mm
Rayonnement solaire global	2 282 kWh/m²
Température moyenne	25,2 °C

Source : ERA5 via Open-Meteo (A9) ; PVGIS (A8) ; calcul de l'auteur.

Ambovombe

Indicateur	Valeur
Pluie annuelle, 1991-2020	502 mm
Évapotranspiration de référence	1 700 mm
Déficit hydrique annuel	1 198 mm
Rayonnement solaire global	2 061 kWh/m²
Température moyenne	23,5 °C

Source : ERA5 via Open-Meteo (A9) ; PVGIS (A8) ; calcul de l'auteur.

Annexe A. Sources et niveaux de confiance

Réf.	Source	Niveau
A1	Banque mondiale, indicateurs du développement dans le monde (WDI), Madagascar	A
A2	FAOSTAT, cultures et élevage (QCL), surfaces, productions, 2014-2024	A
A3	FAOSTAT, valeur de la production (QV), I$ constants 2014-2016, 2019-2024	A
A4	FAOSTAT, commerce des cultures et élevage, 2018-2024	A
A5	FAOSTAT, engrais minéraux, usage agricole et importations, 2005-2023	A
A6	FAOSTAT, usage des terres et surfaces équipées pour l'irrigation, 2000-2024	A
A7	Banque mondiale, Pink Sheet (prix mondiaux de l'urée, du TSP et du chlorure de potassium)	A
A8	PVGIS (Centre commun de recherche de la Commission européenne), rayonnement, 2005-2020	B
A9	ERA5 (Copernicus), via Open-Meteo : Pluie, évapotranspiration de référence, température, 1981-2024	B
A10	Natural Earth, limites administratives de niveau 1 (carte) ; découpage de 2009	B
A11	Douanes de Madagascar, tarif douanier 2026 (code 3906.90) ; SADC, COMESA, COI, APEI	A
A12	Bordereau de suivi des cargaisons (BSC), exigence documentaire, 2026	A
A13	FAO et ministère de l'agriculture, actualités d'août 2026 sur le cadre des engrais	B
A14	Essai soja, Chine (rendement), site du fabricant	C
A15	Essai palmier dattier, Émirats (ICBA, 2021), site du fabricant	B
A16	Essai pastèque, Mexique (2023), site du fabricant	C
A17	Essai pomme de terre, Afrique du Sud (2025), site du fabricant	C
A18	Essai maïs, Turquie (TIGEM, Konya, 2025), site du fabricant	B
A19	Analyse d'acrylamide ECOSORB® (laboratoire Polymex, 2024)	B
A20	Cribage REACH / SVHC EVERGREEN® (SGS, 2023)	B
A21	Certificat ECOFERT® (SOHISCERT, EU Bio)	A
A22	Chiffres de la fiche Paulownia ALTIFOLIA® (site web)	C

Annexe B. Méthode de calcul

1. Eau agricole. Prélèvements totaux (13,46 km³, 2022) × part de l'agriculture (95,89 %) = 12,90 km³.

2. Répartition. La surface équipée (831 700 ha) est partagée entre les groupes irrigables au prorata de leurs surfaces récoltées (2 836 849 ha). La vanille est exclue (surface publiée incohérente avec la production) ; les cultures pluviales ne reçoivent pas d'eau d'irrigation dans ce calcul.

3. Scénarios. Eau économisée = eau du groupe × effet de l'essai : Un quart (prudent), la moitié (central), la totalité (fort). Sans essai : 5, 10 et 20 %.

4. Hectares en plus. Eau économisée ÷ eau par hectare équipé (15 516 m³/ha).

5. Production et valeur. Gain de production = surface du groupe × rendement moyen × effet de l'essai ; valeur au prix moyen implicite de 2023 (valeur de production ÷ production).

6. Valeur de l'eau. Trois prix d'hypothèse (0,10 ; 0,22 et 0,45 $/m³) ; aucune tarification nationale n'a été retenue.

7. Engrais. Dépense minimale = azote ÷ 0,46 × prix de l'urée + phosphate ÷ 0,46 × prix du TSP + potasse ÷ 0,60 × prix du chlorure de potassium (A7).

8. Climat. Pluie, évapotranspiration de référence (FAO-56) et température : Moyennes 1991-2020 de la maille ERA5 contenant chaque chef-lieu ; rayonnement : PVGIS, 2005-2020. Les tendances de température sont des régressions linéaires sur 1981-2024.

9. Commerce. Les totaux sont ceux du poste « cultures et élevage » de FAOSTAT ; les produits sont listés un par un, sans les agrégats.

Annexe C. Crédits photographiques

Fichier (Wikimedia Commons)	Auteur	Licence
Sunset, Allee des Baobabs, Madagascar (27610142306).jpg	Rod Waddington	CC BY-SA 2.0
Madagascar (30049867106).jpg	Rod Waddington	CC BY-SA 2.0
Rizières Betafo 1.jpg	HoneyGaLe	CC BY-SA 3.0
PanoMada RN7.jpg	Zigomar	CC BY-SA 3.0
Landscape Madagascar 03.jpg	Bernard Gagnon	CC BY-SA 3.0
Récolte dans rizières.jpg	Pascale Bireaud	CC BY-SA 4.0
Highlands, Madagascar (22741639463).jpg	Rod Waddington	CC BY-SA 2.0
Cafeto arábico (Coffea arabica), Parque Nacional de Lokobe, Nosy Be, M	Diego Delso	CC BY-SA 4.0
Landscape Madagascar 01.jpg	Bernard Gagnon	CC BY-SA 3.0
Madagascar - côte ouest Tuléar - Allée des baobabs (13667612505).jpg	BMR & MAM	CC BY-SA 2.0
Vanille de Madagascar -Black Gold 21-25cm bourbon.JPG	Alphaomega1010	CC BY-SA 4.0

Source : Photos publiées sur Wikimedia Commons, retouchées (couleurs et netteté), utilisées sous leur licence.

Green Solutions

contact@green-solutions-group.com · green-solutions-group.com