

Prédiction du risque d'insécurité alimentaire en Haïti

PROJET CAPSTONE

BOOTCAMP DATA SCIENCE & INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

AKADEMI (POWERED BY FLATIRON SCHOOL)

RÉDIGÉ PAR : RICHEARD BLADE DAMEUS & BEROTHELY THELUS

SOUS LA SUPERVISION DE : M. WEDTER JEROME & M. GEOVANY LAGUERRE

Octobre 2025

RÉSUMÉ DU TRAVAIL



L'insécurité alimentaire reste un enjeu majeur en Haïti, amplifié par les crises climatiques et économiques.



Ce projet utilise les données JMR et IPC pour construire un modèle supervisé permettant de détecter les zones à haut risque.



Il vise à renforcer la résilience alimentaire et la planification humanitaire.

OBJECTIFS DU PROJET

1

Concevoir un modèle prédictif pour anticiper le niveau d'insécurité alimentaire par département.

2

Identifier les indicateurs économiques, climatiques et environnementaux influençant les niveaux IPC.

3

Offrir un outil d'aide à la décision pour orienter les interventions humanitaires et agricoles.

OBJECTIFS SPÉCIFIQUES



1. Identifier les facteurs déterminants liés à l'insécurité alimentaire.



2. Concevoir un modèle supervisé pour estimer la phase IPC.



3. Évaluer les performances du modèle (Accuracy, F1-score, Recall, Confusion Matrix).



4. Fournir un cadre analytique reproductible pour les institutions publiques et ONG.

MÉTHODOLOGIE CRISP-DM

**CRISP-DM: The Cross-Industry Standard
Process for Data Mining**





1. BUSINESS UNDERSTANDING

ZONE D'ÉTUDE DU PROJET

Analyse des variations régionales du risque d'insécurité alimentaire

CARTE REPUBLIQUE D'HAITI





CONTEXTE & JUSTIFICATION

Haïti traverse une crise alimentaire persistante due à :

- ▶ Dégradation des sols, sécheresses et inondations récurrentes.
- ▶ Attaques de groupes armés sur les zones agricoles.
- ▶ Plus de 6 millions de personnes exposées à un risque d'insécurité alimentaire élevé (PAM).
- ▶ Des partenariats régionaux (CARICOM, Argentine) visent à renforcer la production locale et la coopération agroalimentaire.

PROBLÉMATIQUE & HYPOTHÈSE

PROBLÉMATIQUE

- Comment anticiper les zones à haut risque d'insécurité alimentaire à partir de données climatiques, géographiques et socio-économiques ?

HYPOTHÈSE

- Les indicateurs climatiques (pluie, NDVI, sécheresse) et socio-économiques influencent significativement le risque d'insécurité alimentaire.

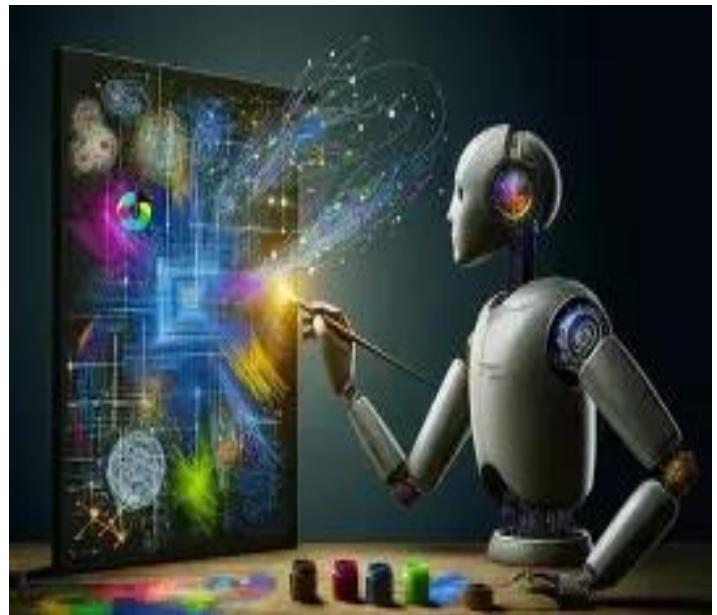
Vision du projet

- ▶ La donnée comme levier de souveraineté alimentaire.
- ▶ Comprendre les dynamiques de l'insécurité alimentaire, suivre leur évolution et appuyer la prise de décision.
- ▶ Contribuer à une politique alimentaire résiliente fondée sur la production locale et la justice économique.



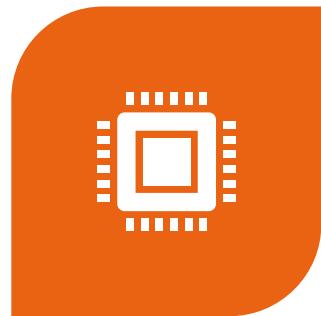
Acteurs clés du système alimentaire haïtien

Catégorie	Acteurs principaux	Rôle dans la sécurité alimentaire
Institutions nationales	MARNDR, PNCS, CNSA	Planification, coordination, achats locaux
Organisations internationales	FAO, PAM, CARICOM, WFP	Financement, assistance technique, distribution
Producteurs ruraux	Coopératives agricoles, femmes agricultrices	Production, transformation, résilience locale
Collectivités locales	Mairies, CASEC, délégations départementales	Gestion territoriale, identification des zones vulnérables
Communautés	Écoles, ménages, associations locales	Bénéficiaires directs, sensibilisation et participation communautaire



2. DATA UNDERSTANDING

ANALYSE DE COHÉRENCE



TRANSFORMARTION DES
DONNÉES BRUTES EN UN JEU
PROPRE, COHÉRENT ET
EXPLOITABLE POUR LA
MODÉLISATION.



DONNÉES COUVRANT LA
PÉRIODE 2010–2025

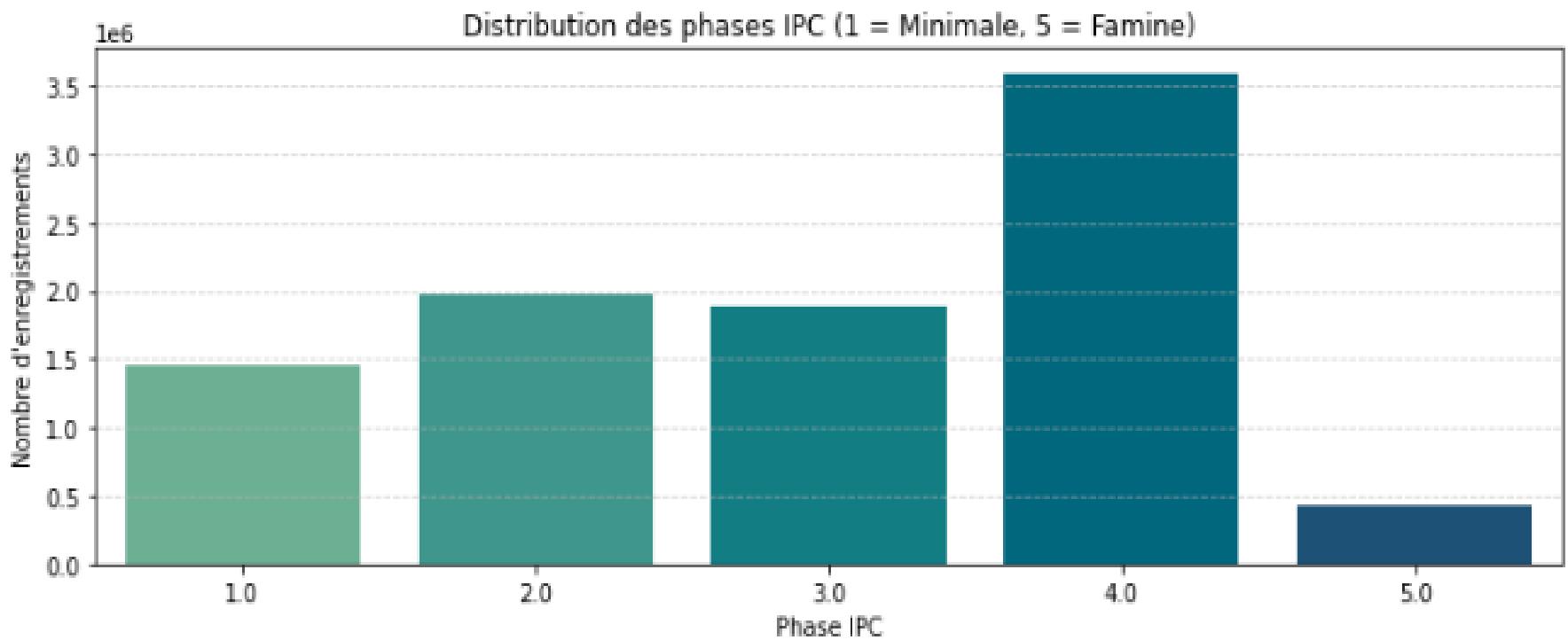


10 DÉPARTEMENTS ET 140
COMMUNES INTÉGRÉS

LES PHASES DE L'IPC (TARGET)

PHASE	Interprétation IPC
1	Minimale / Sécurisée
2	Sous pression
3	Crise
4	Urgence
5	Catastrophe / Famine

REPARTITION DES PHASES SELON LE NOMBRE DES ENREGISTREMENTS



Les six indicateurs de sécurité alimentaire



GLM

Référence géospatiale qui permet de relier les données locales à une carte administrative normalisée



Drought rainfall (déficit pluviométrique)

Manque de pluie observée dans certaines zones



Drought NDVI (végétation)

Indice satellite de densité de végétation.



Exchange rates (taux de change)

vibrations du taux de change



Food Prices (prix alimentaires)

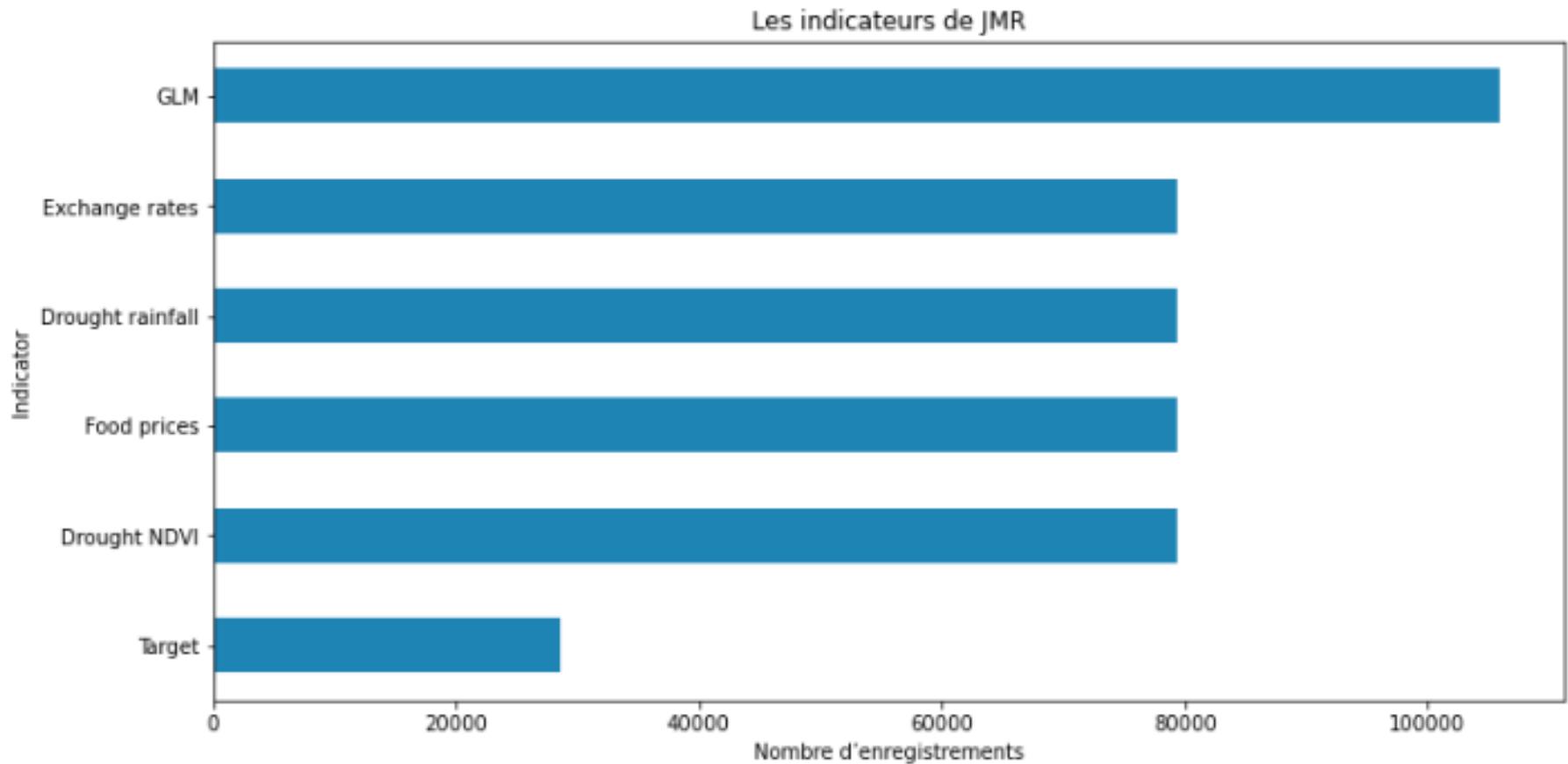
Thermomètre du pouvoir d'achat et de la stabilité économique.



Target (zones/goupes prioritaires)

Repère les territoires ciblés (MARNDR, CNSA, PAM) et/ou identifiés comme vulnérables par les agences locales

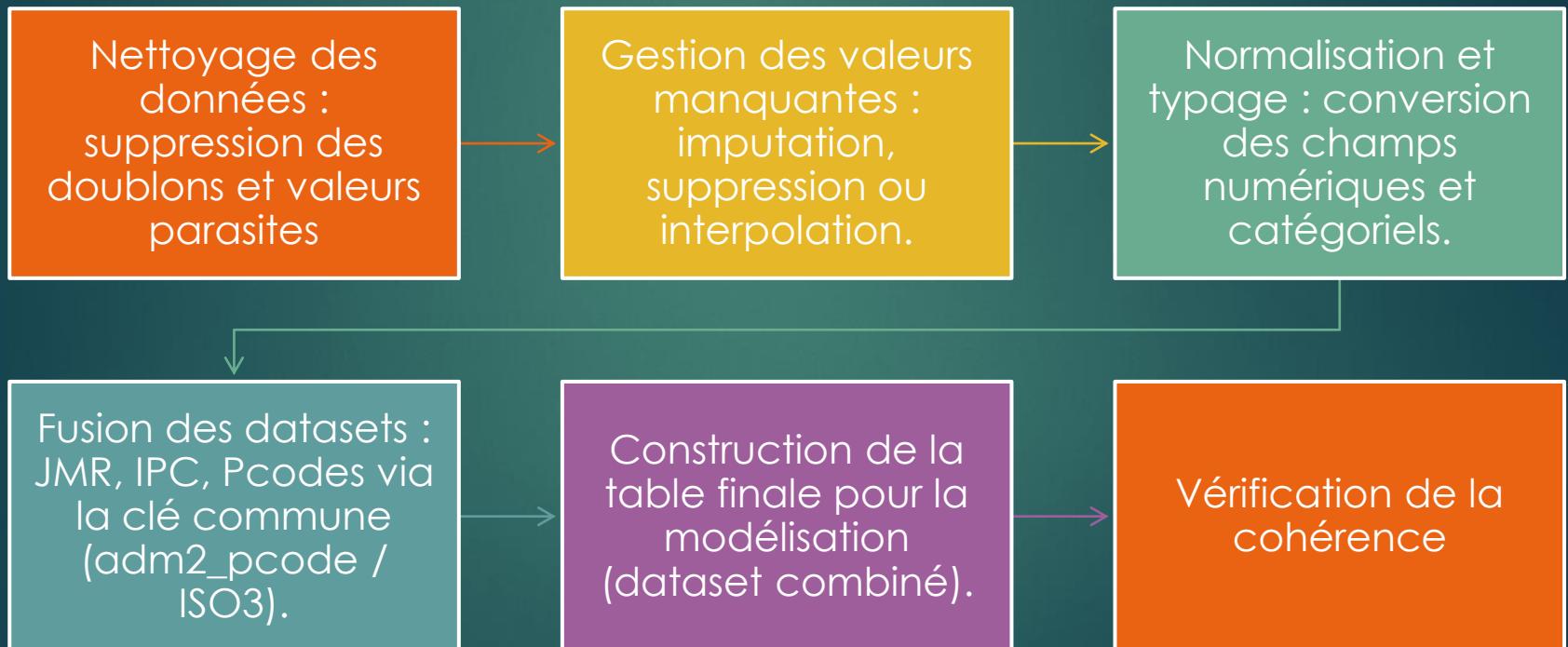
REPARTITION DES INDICATEURS (FEATURES)





3. DATA PREPARATION

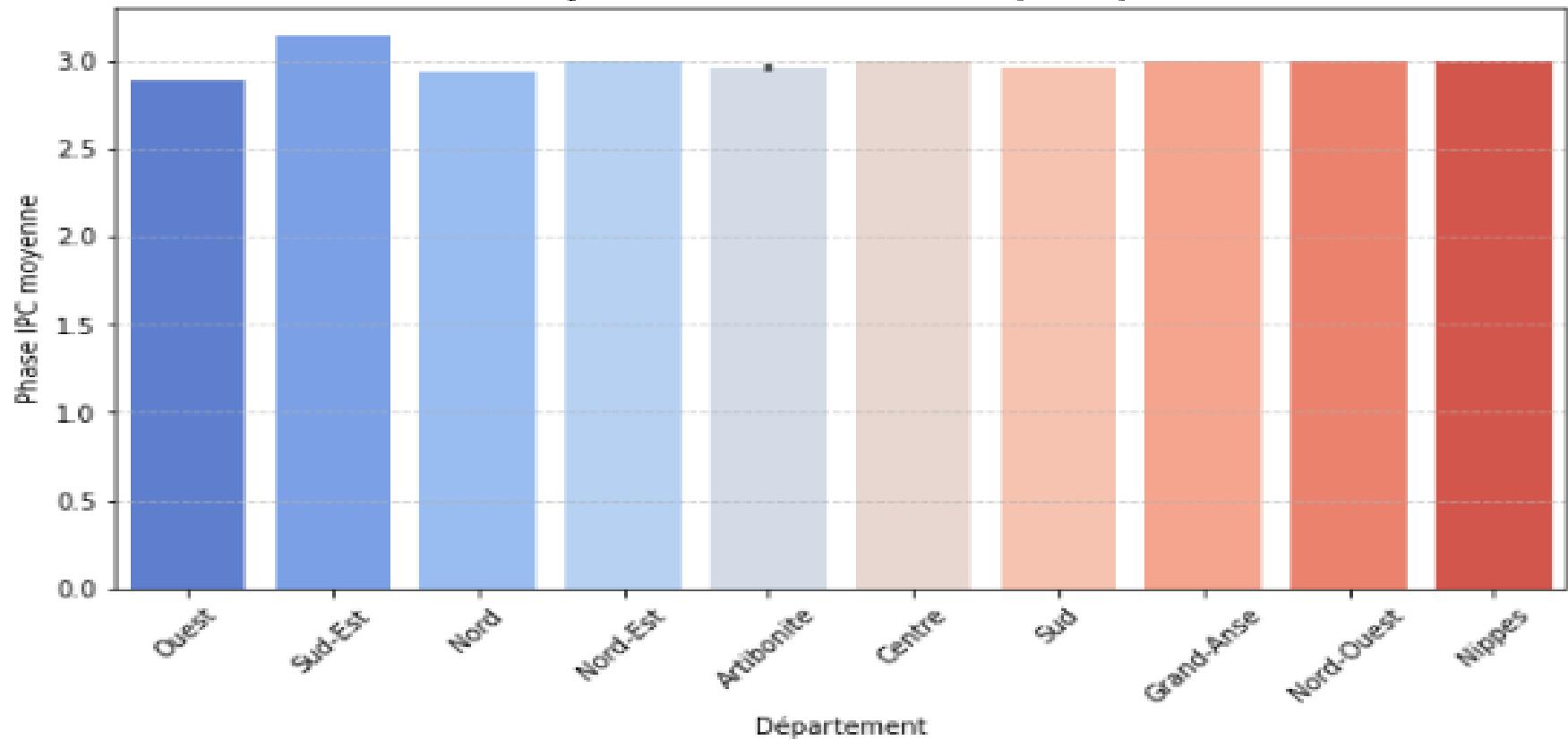
ÉTAPES CLÉS DE PRÉPARATION



NIVEAU MOYEN D'INSÉCURITÉ PAR DÉPARTEMENT

Le Sud-Est apparaît comme la zone la plus exposée à la crise alimentaire

Niveau moyen d'insécurité alimentaire par département



CORRÉLATION ENTRE LES INDICATEURS ET LA PHASE IPC

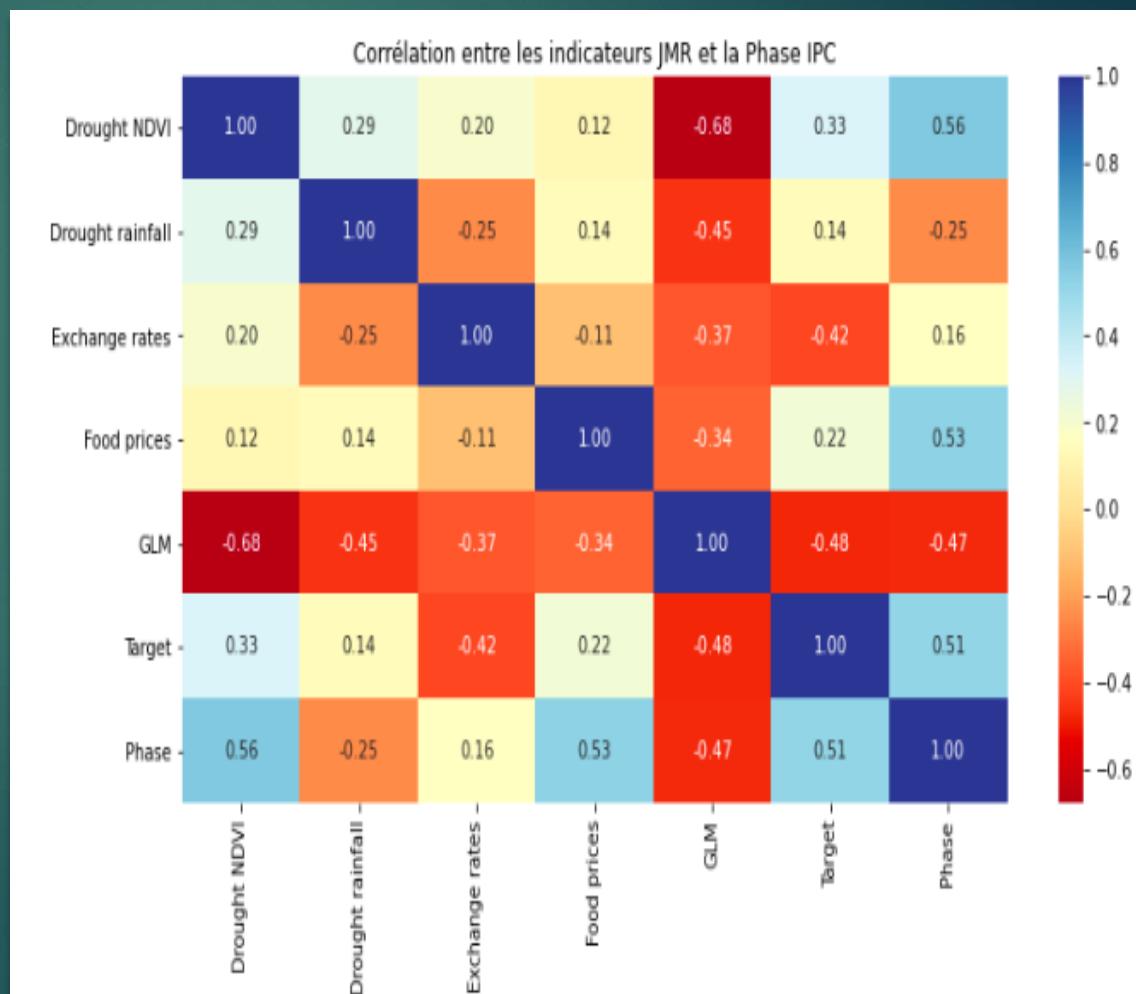
Analyse de Pearson

❖ Drought NDVI : +0,56

Moins de vegetation;
plus de famine.

❖ Food Prices : +0,53

Les hausses de prix
amplifient l'insécurité
alimentaire.





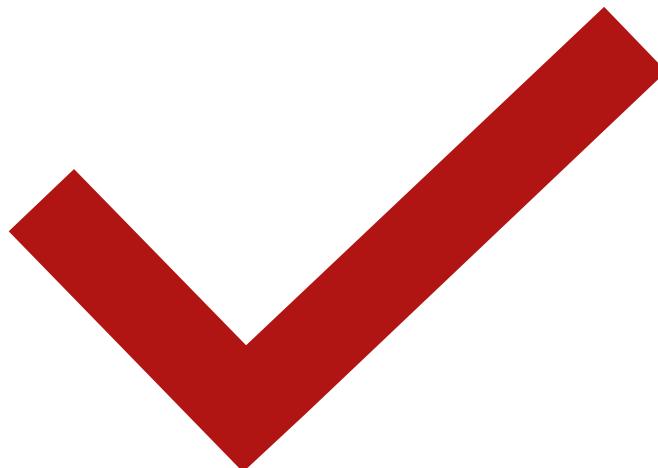
4. MODELING

APPROCHE SCIENTIFIQUE

Construire et évaluer un modèle prédictif supervisé permettant d'estimer la phase d'insécurité alimentaire (IPC) à partir des indicateurs.

Démarche :

1. Séparation des données entre features et target
2. Division en ensembles d'entraînement et de test
3. Entraînement de plusieurs modèles
4. Sélection du meilleur modèle selon les performances



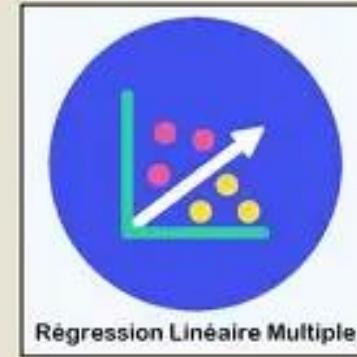
PERFORMANCES DE MODÈLES

Multiple Linear Regression

MAE	0.0397
RMSE	0.0573
R ²	0.0907

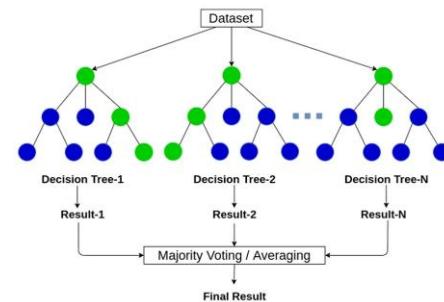
Random Forest

MAE	0.0272
RMSE	0.0423
R ²	0.5037



Régression Linéaire Multiple

Random Forest





5. EVALUATION

MODÈLE PRÉdictif

Vérifier la fiabilité du modèle prédictif pour anticiper le niveau d'insécurité alimentaire (Phase IPC) dans les départements d'Haïti.

Dans cette partie, on va :

mesurer la précision des prédictions,

vérifier que le modèle ne triche pas (surapprentissage),

étudier les erreurs de prédiction,

relier les résultats à la réalité du terrain (prix alimentaires, sécheresse, pluie).

PERFORMANCE PRÉdictive

Sur l'échantillon de test :

MAE	RMSE	R ²
0.0140	0.0249	0.8201

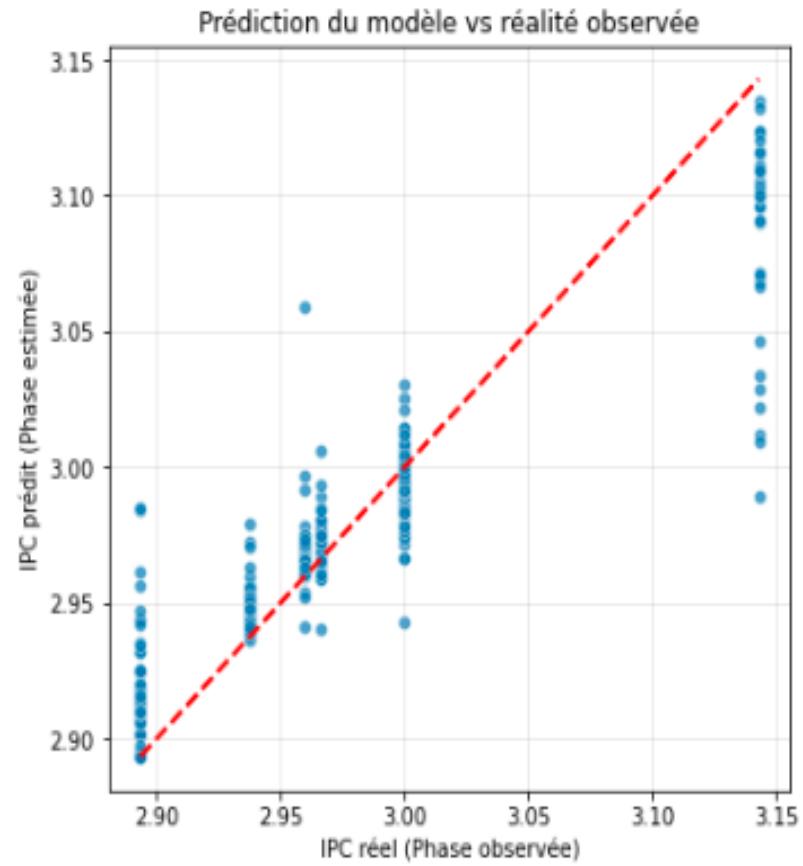
- ▶ Ce faible MAE veut dire que, en moyenne, le modèle ne se trompe pas beaucoup sur la phase IPC réelle de la commune.
- ▶ Le R² de 0.82 signifie que nos indicateurs (prix alimentaires, taux de change, pluie, sécheresse NDVI...) expliquent déjà plus de 3/4 de la gravité alimentaire observée sur le terrain. C'est un bon résultat solide pour un pays en crise multidimensionnelle.

En clair : le modèle est capable de donner un signal crédible d'alerte.

RÉALITÉ VS PRÉDICTION

► Chaque point représente une commune pour une année donnée. Les points proches de la diagonale rouge signifient une bonne correspondance entre la phase réelle et la phase prédictive.

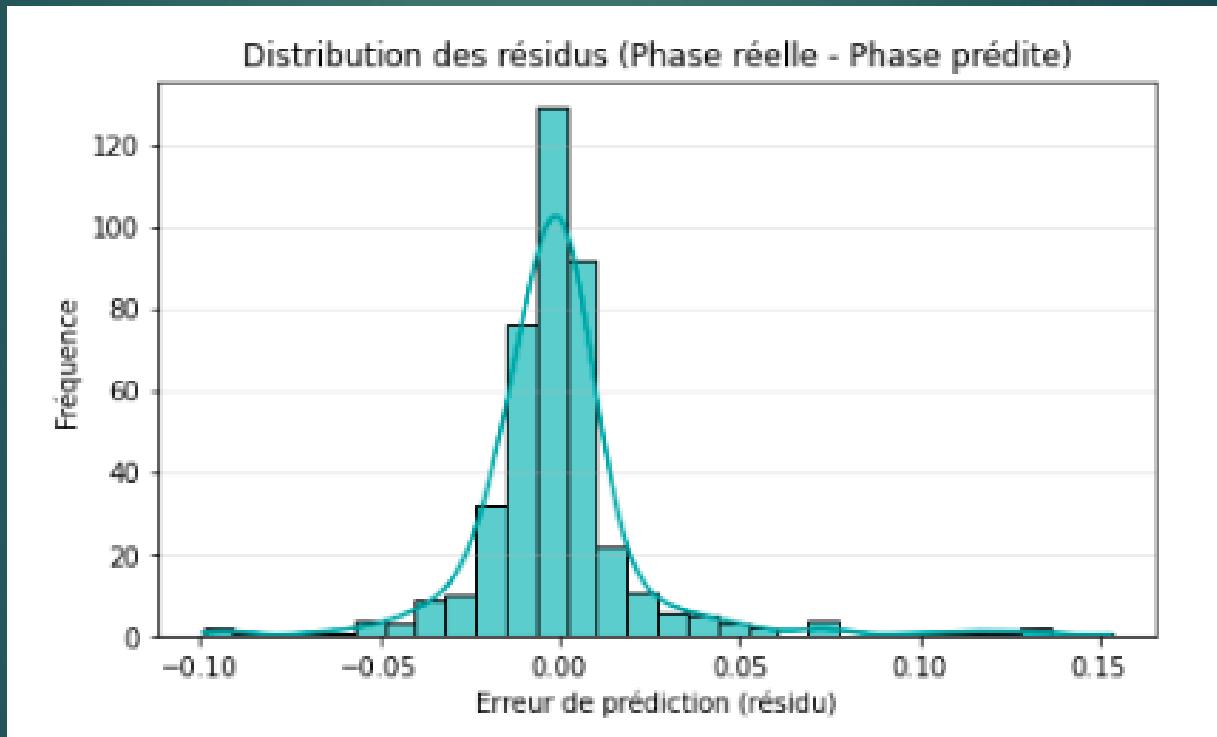
→ Le modèle colle bien à la réalité observée, sans biais majeur détecté.



DISTRIBUTION DES RÉSIDUS

Il n'y a pas de biais global car la moyenne est proche de 0.

On peut remarquer que les valeurs min/max ne sont pas extrêmes car le modèle ne se trompe pas beaucoup.



Mean	Std	Min	Max
-0.000346	0.024896	-0.099099	0.153379

VÉRIFICATION DE OVERRFITTING (SURAPPRENTISSAGE)

Pour vérifier ça :

- ▶ on mesure l'erreur sur l'échantillon d'entraînement (données connues),
- ▶ on mesure l'erreur sur l'échantillon de test (données jamais vues)

RMSE (train)	RMSE (test)
0.023	0.0249

Pas de signe de surapprentissage : le modèle reste fiable sur de nouvelles communes et périodes.

VALIDATION CROISÉE

Est-ce que le modèle est fragile, c'est-à-dire performant uniquement dans certains départements mais pas dans d'autres ?

Après réentraînement et réévaluation du modèle plusieurs fois sur des sous-échantillons différents (5-fold cross-validation) :

R ² moyen	Écart-type
0.4423	0.0597

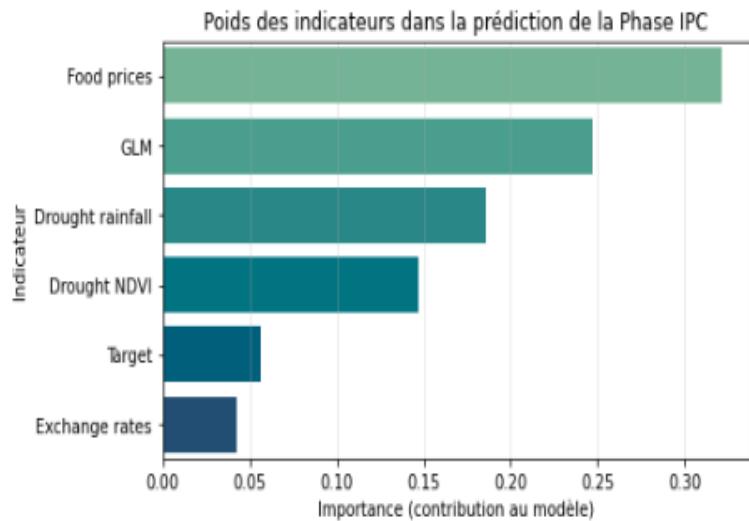
Ces résultats montrent que le modèle explique environ 44 % de la variabilité de l'insécurité alimentaire (Phase IPC) à partir des indicateurs climatiques et économiques retenus.

L'écart-type faible (≈ 0.06) confirme la stabilité du modèle : les performances sont homogènes d'un échantillon à l'autre.

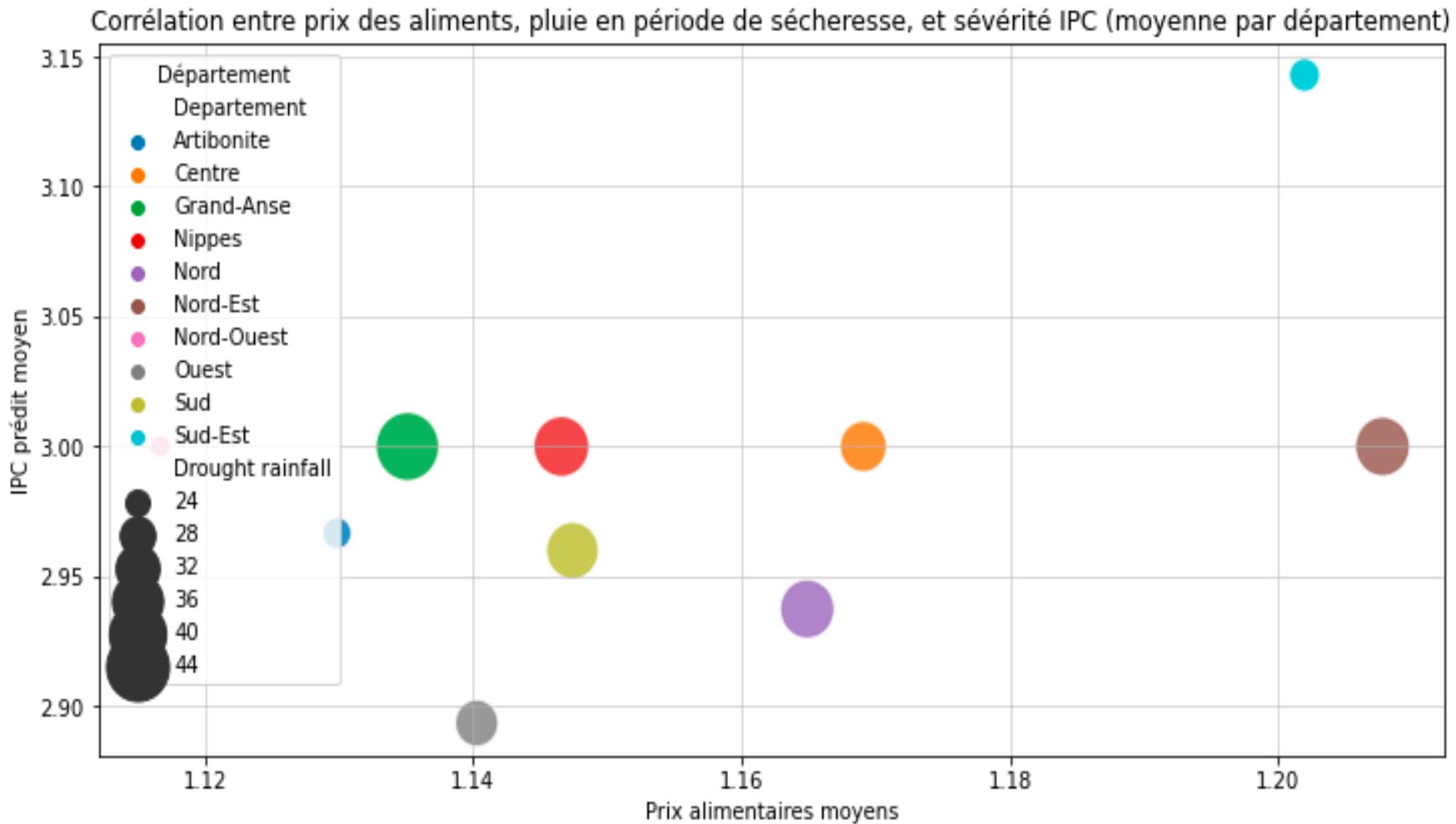
Dans le cadre du suivi IPC en Haïti, cela signifie qu'on peut utiliser ce modèle comme un outil de pré-alerte, tout en prévoyant d'y intégrer des variables additionnelles (marchés, sécurité, accessibilité) pour renforcer la précision future

IMPORTANCE DES VARIABLES

- ❖ Quand les prix alimentaires (Food prices) montent, l'IPC augmente. C'est cohérent : les ménages ne peuvent plus se nourrir correctement.
- ❖ Quand la pluviométrie en période de sécheresse (Drought rainfall) est faible et que le NDVI baisse, l'agriculture locale souffre. Les ménages basculent plus vite dans l'insécurité alimentaire.
- ❖ Quand le taux de change (Exchange rates) se dégrade, la nourriture importée devient trop chère : cela se reflète dans l'IPC.



CORRÉLATION PRIX-PLUIE-IPC



INTERPRETATION

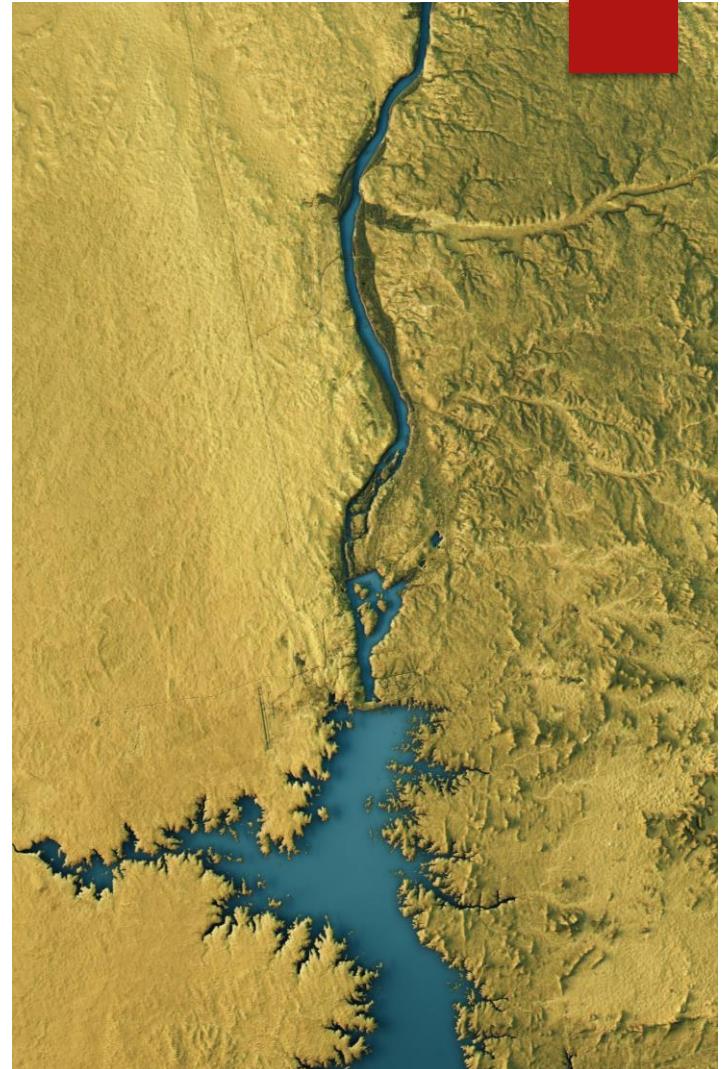
Ce graphique illustre la corrélation entre les prix alimentaires moyens, la quantité de pluie reçue en période de sécheresse et la sévérité moyenne de l'insécurité alimentaire (Phase IPC) dans les différents départements d'Haïti. Chaque point (ou bulle) représente un département :

La taille de la bulle correspond à la pluviométrie moyenne (Drought rainfall), la couleur indique le département, et les axes traduisent la relation entre prix alimentaires (X) et phase IPC moyenne prédictive (Y).

L'objectif est de comprendre comment les facteurs climatiques et économiques se combinent pour influencer l'insécurité alimentaire selon la réalité géographique et socio-économique du pays.

Les résultats révèlent une géographie contrastée de la faim :

- ▶ **Sud, Nippes, Grand'Anse** : malgré une forte pluviométrie, ces régions subissent une insécurité chronique à cause des cyclones, des inondations et de l'enclavement économique — une « richesse enclavée ».
- ▶ **Centre et Nord** : zones agricoles relativement stables mais vulnérables aux perturbations logistiques et à l'inflation.
- ▶ **Ouest** : insécurité surtout économique, liée à la cherté de la vie et à l'insécurité urbaine.
- ▶ **Nord-Ouest et Sud-Est** : déficit pluviométrique et stress hydrique structurel aggravent la précarité.
- ▶ **Artibonite et Nord-Est** : bassins productifs fragilisés par les aléas climatiques et la dépendance aux importations.



CONCLUSION

La sécurité alimentaire en Haïti résulte d'un équilibre fragile entre **le climat, l'économie et la logistique.**

Les départements les plus arrosés, comme le Sud et la Grand'Anse, ne sont pas épargnés : les **inondations, l'enclavement et le désordre des marchés** effacent les avantages climatiques.

Le passage du **cyclone Melissa** a révélé la vulnérabilité du pays : routes détruites, ponts effondrés et récoltes perdues. Dans les zones urbaines, notamment **Port-au-Prince**, la faim découle surtout de **l'insécurité et du coût de la vie.**

Les **gangs armés** bloquent les routes et isolent les producteurs, empêchant la nourriture d'arriver jusqu'aux consommateurs.

RECOMMANDATIONS

1. Assurer la sécurité et l'accès

Réhabiliter les routes rurales et les ponts endommagés par les pluies ou les cyclones.

Soutenir la coordination entre autorités locales, police et partenaires humanitaires afin de restaurer la libre circulation des produits alimentaires.

2. Renforcer la résilience agricole

Moderniser les **systèmes d'irrigation** pour réduire la dépendance à la pluie.

Promouvoir des **cultures adaptées aux sécheresses et aux excès d'eau**.

Développer un réseau d'alerte précoce basé sur la surveillance du climat, des sols et des prix.

3. Stabiliser l'économie et le pouvoir d'achat

Mettre en œuvre des mesures de contrôle du taux de change pour limiter l'impact de l'inflation.

Soutenir les ménages vulnérables par des aides alimentaires ciblées.

Encourager la production locale et la valorisation des produits paysans.

4. Agir sur la gouvernance et la planification

Impliquer les collectivités locales dans la planification agricole et la gestion des risques.

Renforcer la coopération entre les institutions nationales et les organisations internationales pour une réponse coordonnée, durable et mesurable.