

# AI-Enabled Irrigation and Water Trajectories in MENA Agriculture

Évaluation techno-économique comparative : Tunisie / Arabie saoudite



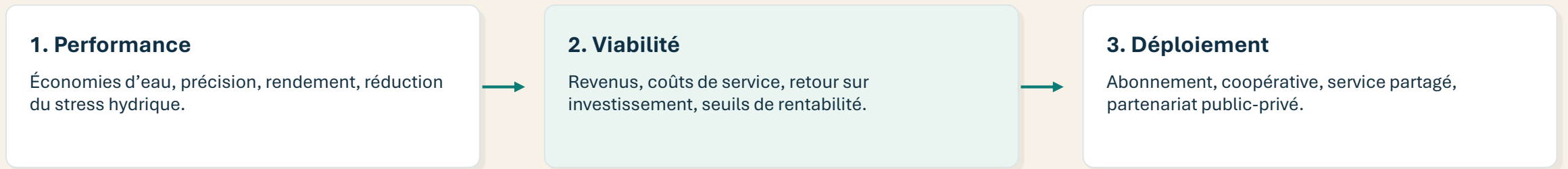
Workshop « Enjeux de l'eau » • Maghreb-Machrek

Rim El Wai  
Présentation • 20 minutes

# La question n'est pas seulement technique

Le vrai enjeu : transformer une promesse de précision en service économiquement accessible.

## Peut-on passer de la précision d'irrigation à une trajectoire de modernisation viable ?

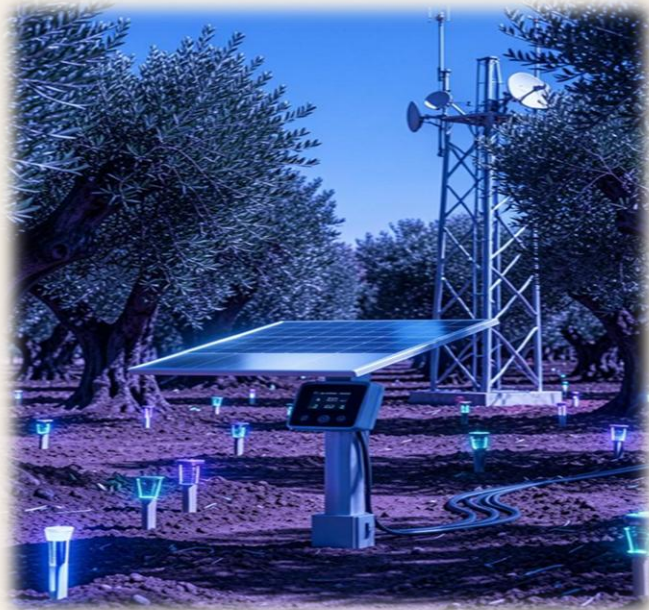


**Hypothèse directrice : une même technologie ne produit pas la même trajectoire selon le contexte agricole et institutionnel.**

# Le stress hydrique oblige à changer d'échelle d'analyse

MENA : la gestion de l'eau agricole est à la fois productive, économique et institutionnelle.

- L'agriculture reste un grand utilisateur d'eau dans les régions arides et semi-arides.
- L'enjeu n'est plus seulement de « mieux irriguer », mais de rendre les économies d'eau adoptables.
- Les outils numériques promettent plus de précision, mais introduisent aussi des coûts, compétences et intermédiaires.

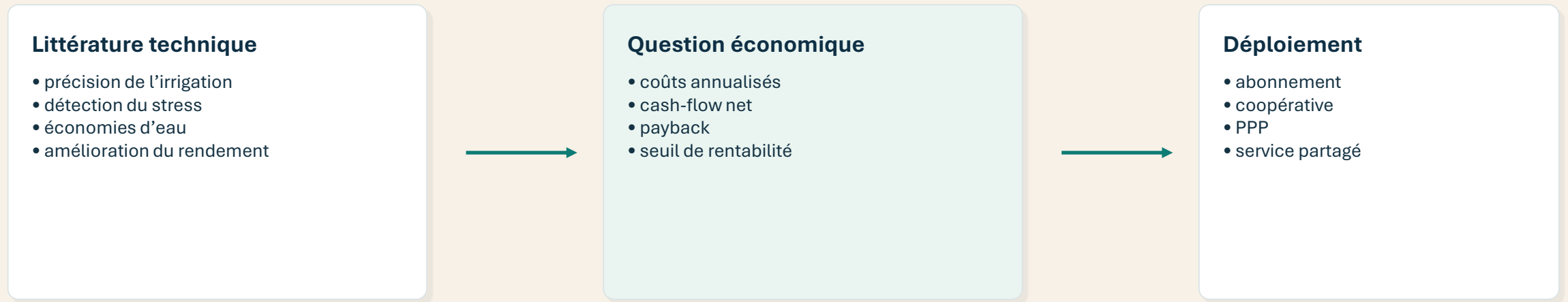


## Trajectoire de modernisation

La question devient : quel gain, qui bénéficie, et par quel modèle de service circule ?

# Beaucoup d'études montrent que la technologie fonctionne

Mais moins traduisent les gains en viabilité financière et modèles de livraison.



**Contribution : relier performance technique, faisabilité économique et architecture de service.**

## Sous quelles conditions les services d'irrigation assistée par IA deviennent-ils viables ?

Une question technique, économique et opérationnelle.

**Dans quelles conditions techniques, économiques et opérationnelles les services d'irrigation assistée par IA deviennent-ils financièrement viables en Tunisie et en Arabie saoudite ?**

Viabilité

Accessibilité

Modèle de livraison

Trajectoires hydriques

# Pourquoi comparer Tunisie et Arabie saoudite ?

Deux contextes sous stress hydrique, mais deux logiques de modernisation différentes.

Tunisie ⇄ Arabie saoudite

## Tunisie

- fermes plus fragmentées
- forte sensibilité au coût
- rôle potentiel des coopératives
- besoin de solutions accessibles

## Arabie saoudite

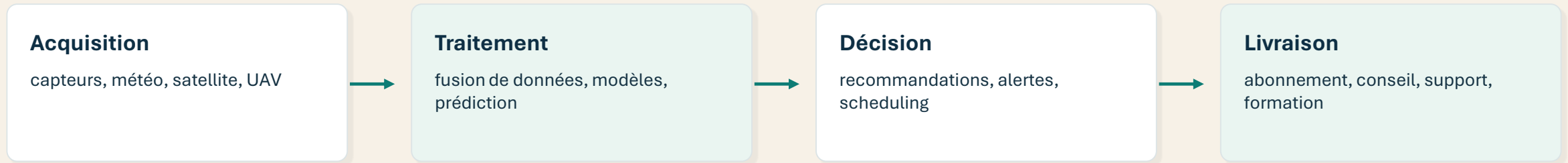
- exploitations et opérateurs plus capitalisés
- modernisation institutionnelle
- cultures à forte valeur
- potentiel PPP / clients ancre

Même contrainte hydrique ≠ même modèle d'adoption



# L'irrigation assistée par IA est traitée comme un service

Pas seulement comme un capteur, un drone ou un logiciel vendu séparément.



**La valeur économique provient du service complet, pas uniquement de l'actif technologique.**

Cette définition évite de confondre "utiliser l'IA" avec "déployer un modèle viable".



# Design méthodologique : données, scénarios et modèles de service

Une évaluation comparative par scénarios, pas un essai agronomique de terrain.

2

pays comparés  
Tunisie / Arabie saoudite

4

packages  
technologiques

3

familles  
de scénarios

4

modèles  
de service

1 ha

unité  
d'analyse

**Données secondaires structurées → modélisation techno-économique → interprétation business-model**

scénarios techniques

scénarios de coût

scénarios de marché

## Sources des données et contextualisation terrain

Les résultats chiffrés relèvent d'une modélisation, mais l'interprétation tunisienne est ancrée dans le terrain.

### Sources institutionnelles

FAO AQUASTAT  
FAO WaPOR  
statistiques agricoles  
références internationales

### Littérature scientifique

fourchettes d'économies d'eau  
hypothèses de rendement  
benchmarks de coûts  
travaux sur adoption

### Modélisation

scénarios techniques  
scénarios de coût  
scénarios de marché  
annual net benefit, payback

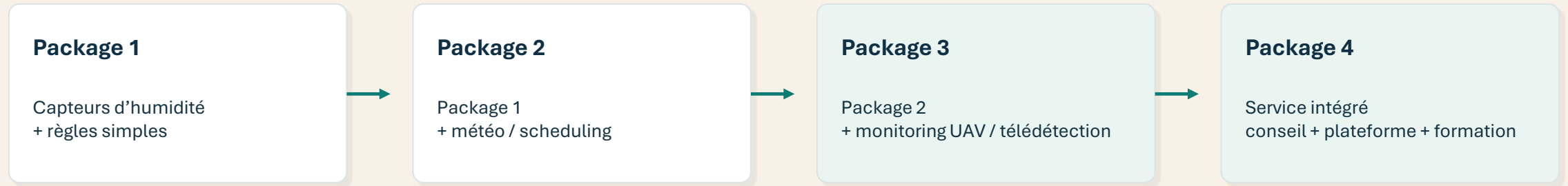
### Ancrage terrain PRIMEA

observations de terrain  
24 gouvernorats tunisiens  
adoption, coût, coopératives  
réalités de déploiement

**Formulation prudente : les chiffres sont modélisés ; la plausibilité opérationnelle est éclairée par PRIMEA.**

# Quatre packages d'irrigation numérique

Du suivi simple à l'irrigation-as-a-service intégrée.



**Plus le package est intégré, plus le potentiel de valeur augmente — mais aussi les besoins de coordination, financement et support.**

# Cultures représentatives et logique comparative par hectare

Le modèle compare des cultures avec intensité hydrique, valeur économique et potentiel d'adoption différents.

## Tunisie

### Oliviers

pérenne, dominante, sensible aux stades clés  
**Eau : 2 500–3 500 m<sup>3</sup>/ha/an • Modèle : coopératif / low-cost**

### Tomates irriguées

demande hydrique moyenne à forte, bon levier économique  
**Eau : 5 000–7 000 m<sup>3</sup>/ha/an • Modèle : abonnement / hybride**

### Légumes haute valeur / serre

forte valeur, forte sensibilité à la précision  
**Eau : 8 000–12 000 m<sup>3</sup>/ha/an • Modèle : service premium**

## Arabie saoudite

### Palmier dattier

culture stratégique, forte dépendance à l'eau  
**Eau : 12 000–18 000 m<sup>3</sup>/ha/an • Modèle : PPP / client ancre**

### Serres

forte valeur et environnement contrôlé  
**Eau : 8 000–12 000 m<sup>3</sup>/ha/an • Modèle : contrats agribusiness**

### Tomates plein champ

potentiel intermédiaire, intérêt service provider  
**Eau : 6 000–9 000 m<sup>3</sup>/ha/an • Modèle : prestataire de service**

**Message-clé : la viabilité dépend du couple culture × intensité hydrique × capacité d'absorber le coût du service.**

## Valeur économique par hectare : la capacité à absorber le service varie fortement

Le revenu brut de base conditionne la rentabilité potentielle des packages avancés.

### Tunisie

Oliviers : 2 500–3 500 TND/ha

Tomates : 12 000–18 000 TND/ha

Légumes haute valeur : 20 000–35 000 TND/ha

### Arabie saoudite

Palmier dattier : 20 000–40 000 SAR/ha

Serres : 150 000–300 000 SAR/ha

Tomates plein champ : 25 000–60 000 SAR/ha

**Résultat attendu : les cultures à forte valeur atteignent plus vite le seuil de rentabilité.**

# Traduire les gains techniques en valeur financière

Le modèle combine économies d'eau, effet rendement et coût annualisé du service.

**Bénéfice net annuel = économies d'eau + revenu additionnel – coût annuel du service**

## Économies d'eau

demande de base  
× taux d'économie  
× coût unitaire de l'eau

## Revenu additionnel

revenu de base  
× effet rendement

## Coûts

capex annualisé  
+ maintenance  
+ plateforme  
+ conseil

**Indicateurs calculés : bénéfice net/ha • payback •  
NPV • IRR • seuil d'économie d'eau • service fee  
de rupture**



## La viabilité dépend fortement du modèle de livraison

Les systèmes à forte valeur absorbent mieux les packages avancés ; les systèmes fragmentés exigent mutualisation et faible coût.

### Oliviers – Package 2

10 % : 250–350 m<sup>3</sup>/ha économisés  
Viabilité : conditionnelle  
30 % : 750–1 050 m<sup>3</sup>/ha  
Viabilité : coopérative

### Tomates – Package 3

20 % : 1 000–1 400 m<sup>3</sup>/ha  
Impact : strong  
Payback : shorter  
Modèle : abonnement / coopératif

### Légumes haute valeur – Package 4

30 % : 2 400–3 600 m<sup>3</sup>/ha  
Impact : very strong  
Viabilité : highly viable  
Modèle : service premium

**Lecture : en Tunisie, le facteur critique n'est pas seulement le gain technique, mais l'accessibilité économique.**

# Échelle, capitalisation et modernisation institutionnelle

Le potentiel est plus compatible avec des modèles service-provider, agribusiness ou public-privé.

## **Palmier dattier – Package 3–4**

20 % : 2 400–3 600 m<sup>3</sup>/ha  
Résultat : strong  
Payback : shorter  
Culture stratégique

## **Serres – Package 4**

20 % : 1 600–2 400 m<sup>3</sup>/ha  
Impact : very strong  
Payback : very short  
Viabilité : excellent

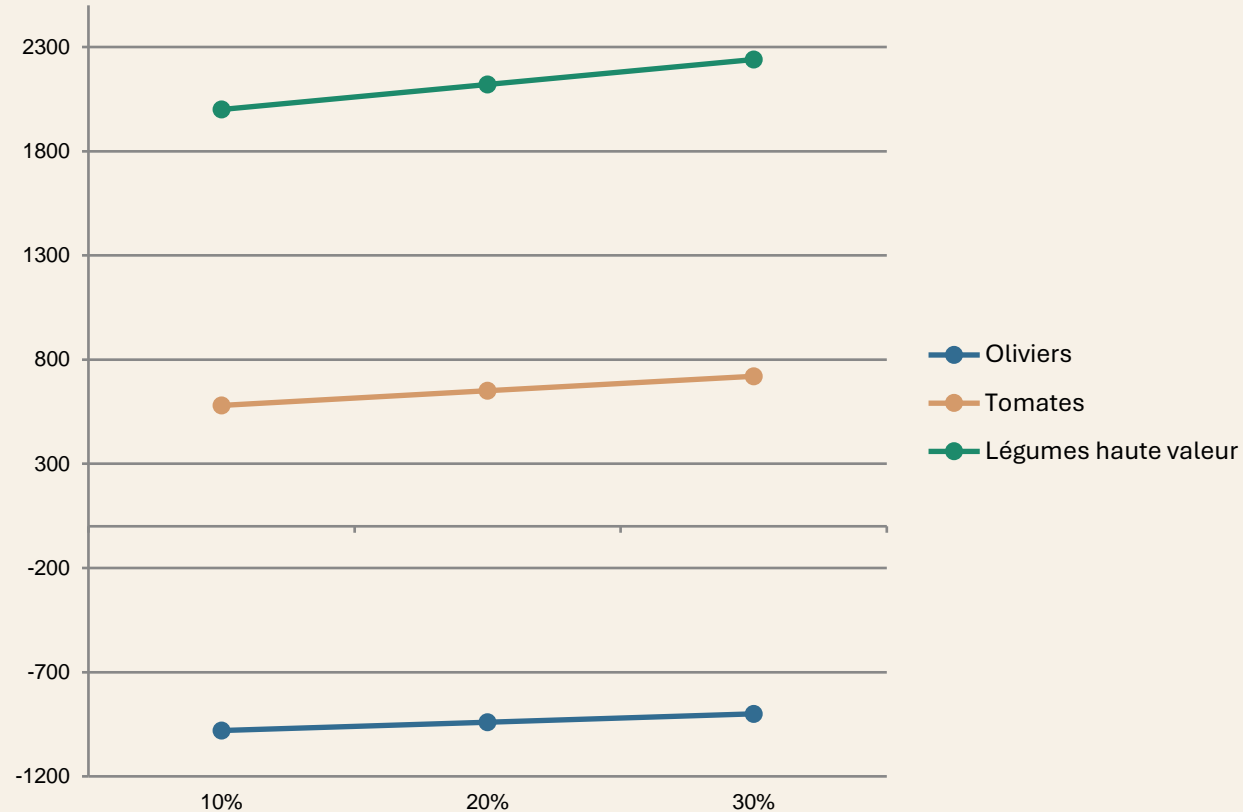
## **Tomates plein champ – Package 3**

30 % : 1 800–2 700 m<sup>3</sup>/ha  
Impact : very strong  
Viabilité : highly viable  
Service provider / agribusiness

**Lecture : la question centrale est moins la mutualisation smallholder que l'intégration à grande échelle.**

# Le taux d'économie d'eau ne suffit pas à expliquer la viabilité

La valeur de la culture et le coût du service déterminent le seuil de rentabilité.



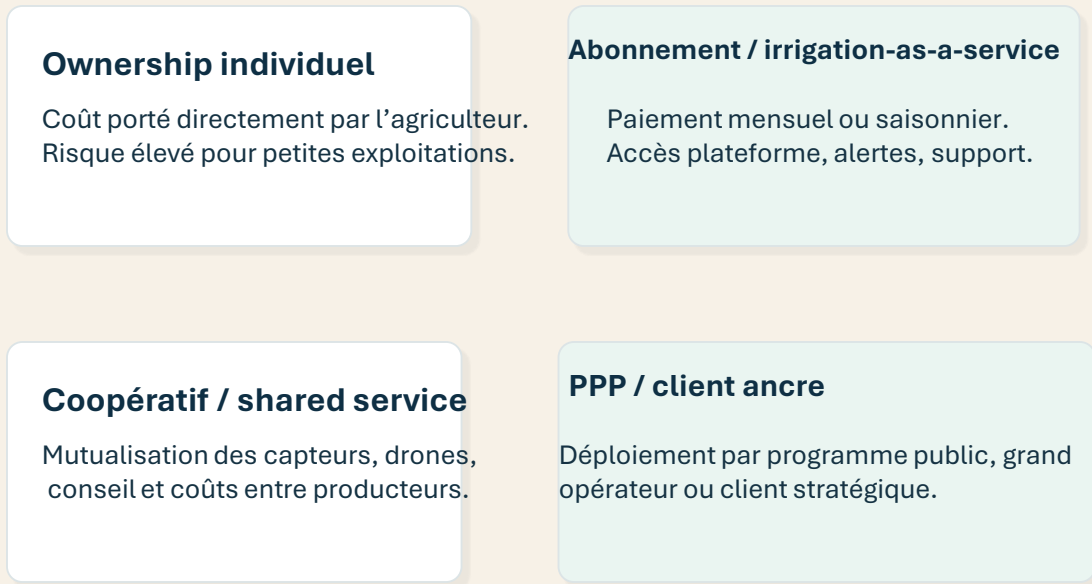
## Trois messages

- Les cultures à forte valeur atteignent plus vite le break-even.
- Les systèmes à faible marge restent sensibles au coût annuel du service.
- Des gains de rendement modérés peuvent compter autant que les économies d'eau.
  - Un modèle partagé peut déplacer le seuil de rentabilité.

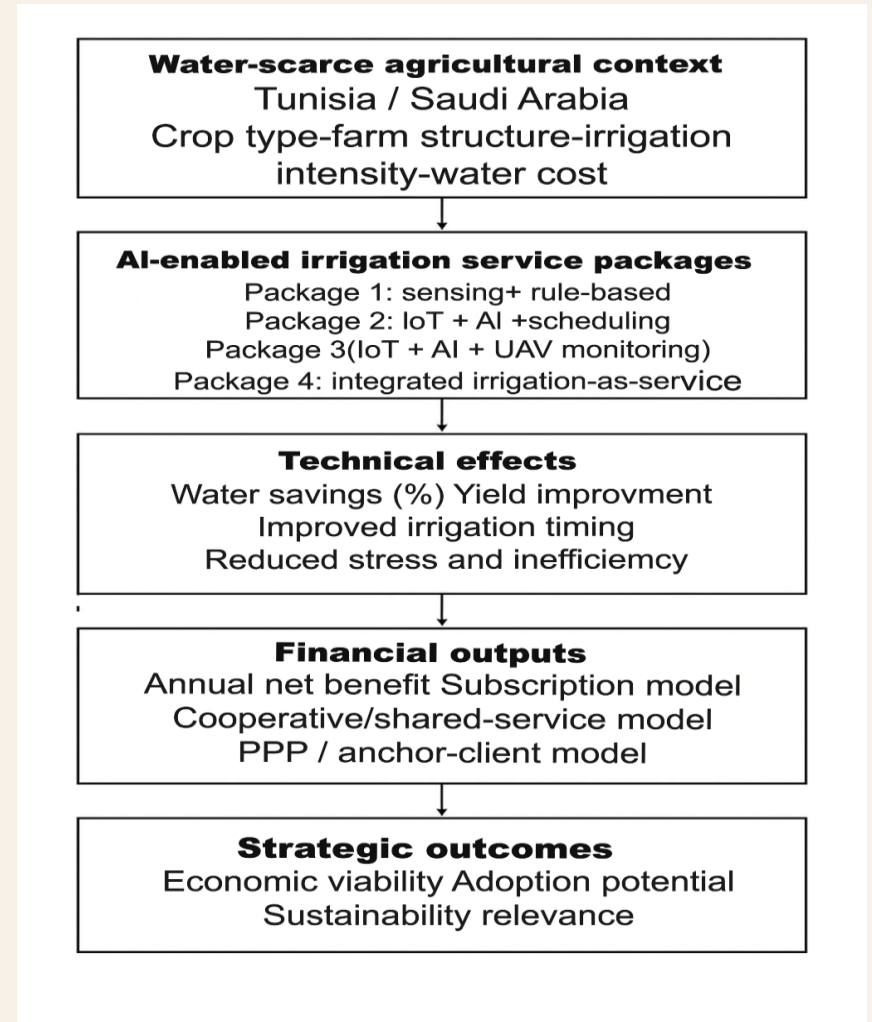


## La technologie devient accessible lorsqu'elle est bien packagée, financée et supportée

Trois modèles principaux, plus un modèle public-privé / client ancre pour l'Arabie saoudite.



**Le bon modèle dépend du couple : valeur de la culture × capacité d'organisation.**



# Même contrainte hydrique, deux trajectoires de modernisation

La technologie converge, mais les modèles d'accès divergent.

## Tunisie

Trajectoire affordability + aggregation

- coopératives
- startups de service
- réduction du coût par utilisateur
- mutualisation et accompagnement

## Arabie saoudite

Trajectoire scale + modernization

- agribusiness / grands clients
- PPP et programmes institutionnels
  - services intégrés
- modernisation à grande échelle

**Conclusion comparative : ce n'est pas la technologie seule qui trace la trajectoire, mais son modèle d'accès.**

# Ce que l'étude permet — et ne permet pas — d'affirmer

Une évaluation comparative par scénarios, contextualisée par un ancrage terrain.

## Ce que l'étude permet

- Identifier des conditions de viabilité
- Comparer des trajectoires
- Éclairer des modèles de service
- Formuler des seuils plausibles

## Ce qu'elle ne prétend pas faire

- Mesurer directement des performances agronomiques
- Remplacer des essais terrain longitudinaux
- Produire un modèle universel reproductible partout

**Suite logique : pilotes terrain, willingness-to-pay, validation par culture, suivi longitudinal de l'adoption.**



## Conclusion

**Le futur de l'irrigation assistée par IA ne dépend pas seulement de meilleurs modèles.**

**Il dépend de la capacité à transformer ces modèles en services accessibles, viables et institutionnellement compatibles avec les trajectoires de l'eau.**

**Merci pour votre attention**