

ATELIER TECHNIQUE MEKROU: 20-23 Sep 2017
Ouagadougou , Burkina Faso

MEKROU

Modélisation pour l'identification d'une solution optimale Optimisation Multi objectives

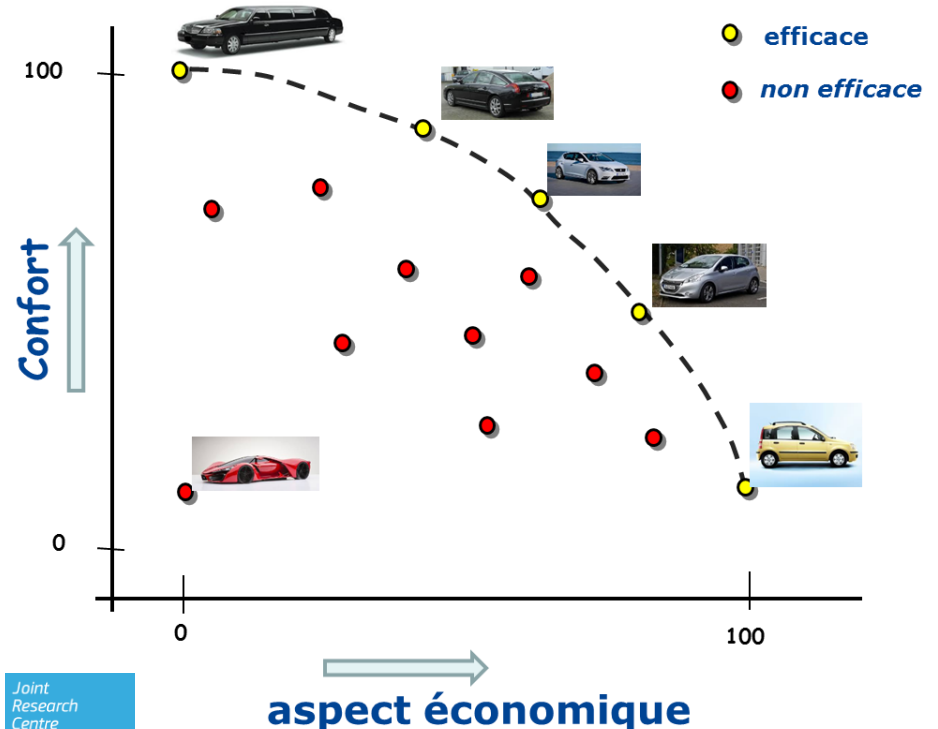
Introduction

- ❑ **La problématique: identification des solutions optimales en considérant des aspects spécifiques (objectifs) et des conditions (contraintes)**
- ❑ **La plupart des problèmes de la vie réelle (surtout dans les sciences naturelle) n'ont pas qu'un seul objectif mais plusieurs à satisfaire simultanément . Dans certain cas , il est difficile de quantifier des objectifs et de les comparer.**
- ❑ **Les décideurs politiques doivent identifier les solutions optimales et trouver des compromis à des problèmes complexes.**
- ❑ **Dans ce contexte des techniques d'optimisation simple et multi-objectifs apparaissent comme des outils pour identifier des solutions**

Introduction

- ❑ Par exemple lors de l'achat d'une voiture, l'acheteur doit choisir en fonction du cout-performance = compromis entre le prix et le niveau de confort

choisir une voiture



- ❑ Il n'y pas une unique solution mais une série de solutions optimales alternatives

Introduction

La question est aussi de savoir “qu’est ce qu’une solution optimale” ?

→ Techniques d’optimisation

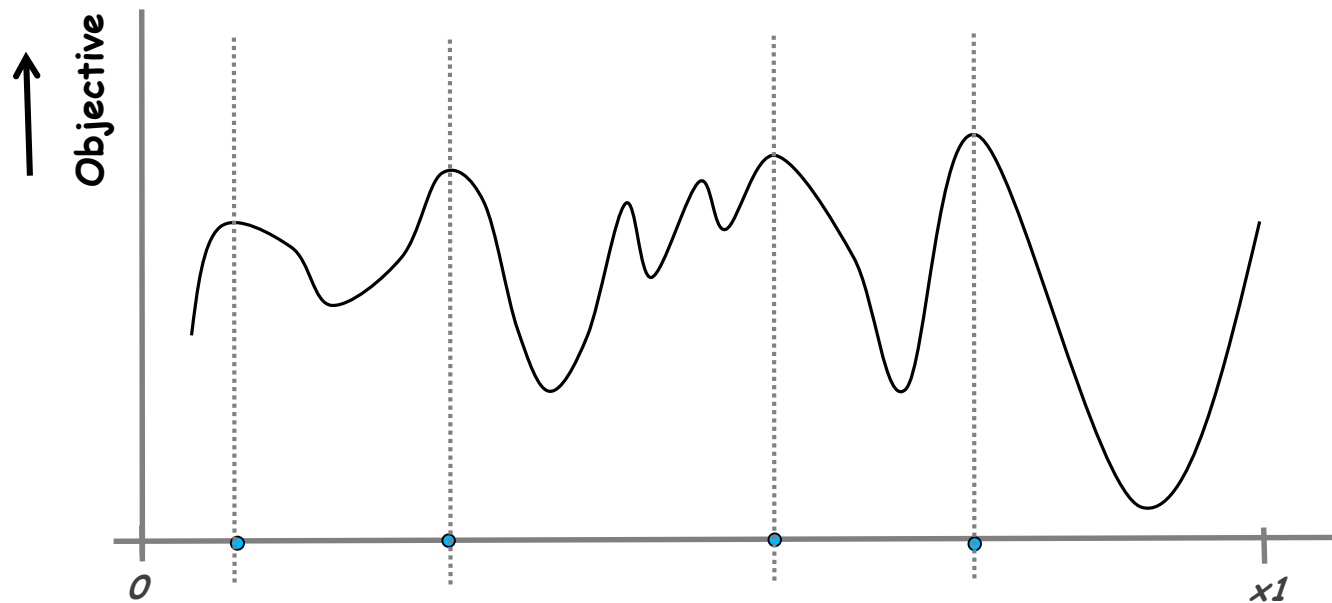
- ❑ L’objectif est de maximiser ou de minimiser une fonction (ex: maximiser le profit économique ou minimaliser les impacts environnementaux), selon une série de contraintes.
- ❑ Le but global de l’optimisation est de trouver les meilleurs éléments x^* d’une série X selon des critères $F = \{f_1, f_2, .., f_n\}$
- ❑ Ces critères sont exprimés comme des fonctions mathématiques et donc appelées fonctions objectives
- ❑ Nous pouvons dire que le terme optimiser fait référence à la recherche de solutions produites par les fonctions objectives et acceptable par les décideurs politiques.

Le modèle d'optimisation consiste en 3 series d'éléments basiques

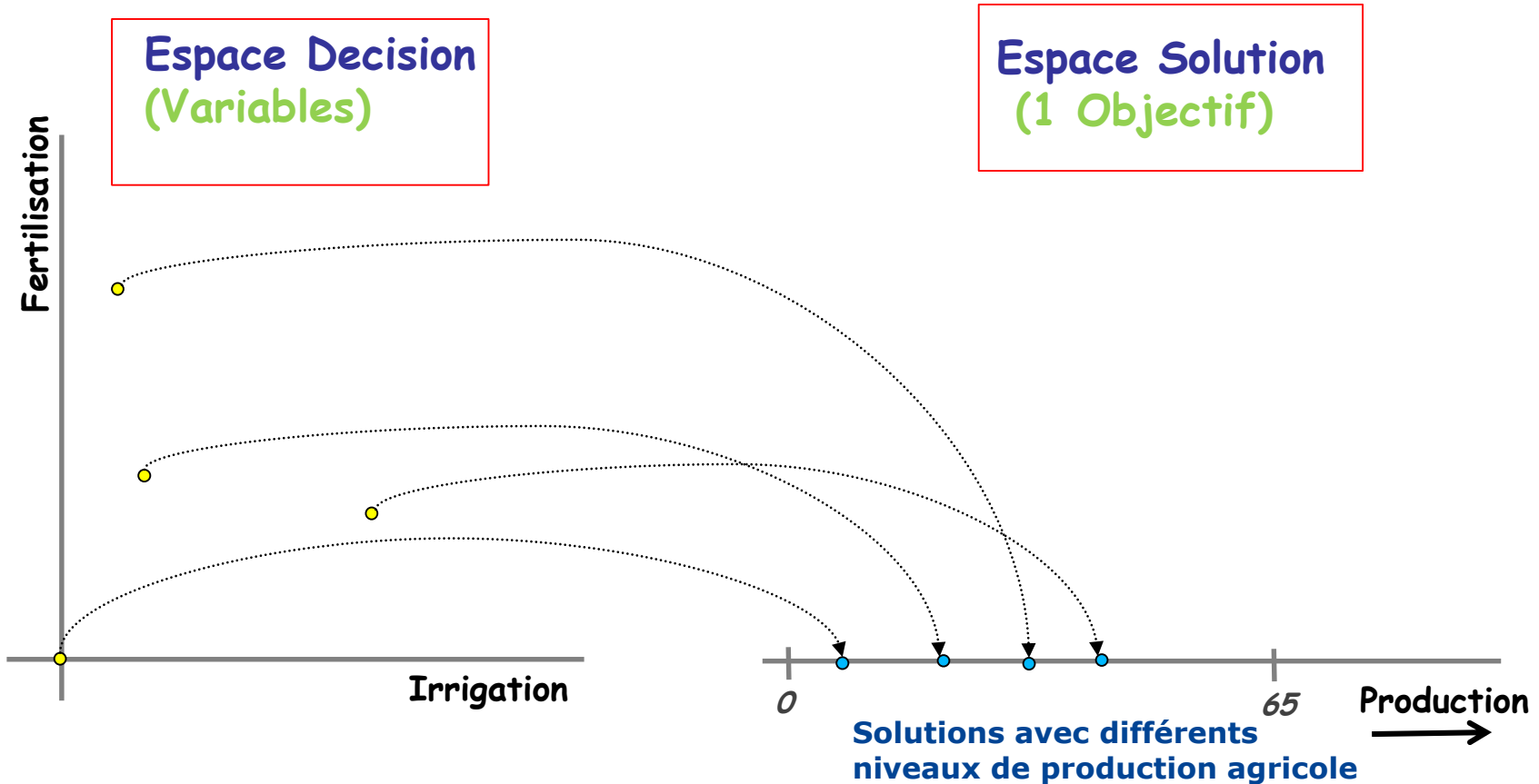
- ❑ **Une fonction objective**: elle définit la mesure de l'efficacité du système comme un fonction mathématique de variables de décision
- ❑ **Variables et paramètres de décision**: les variables de décision sont inconnues, ou à être déterminer par le modèle. Les paramètres sont connus et relatives aux variables décisions avec des contraintes et des fonctions objectives.
- ❑ **Contraintes**: pour prendre en compte le contexte technologique, économique ou autres..., le modèle peut inclure des contraintes , implicite ou explicite qui limitent l'intervalle de valeurs possibles des variables de décisions.

Optimisation Mono-Objectif

Un problème d'optimisation à plusieurs solutions dans une région faisable

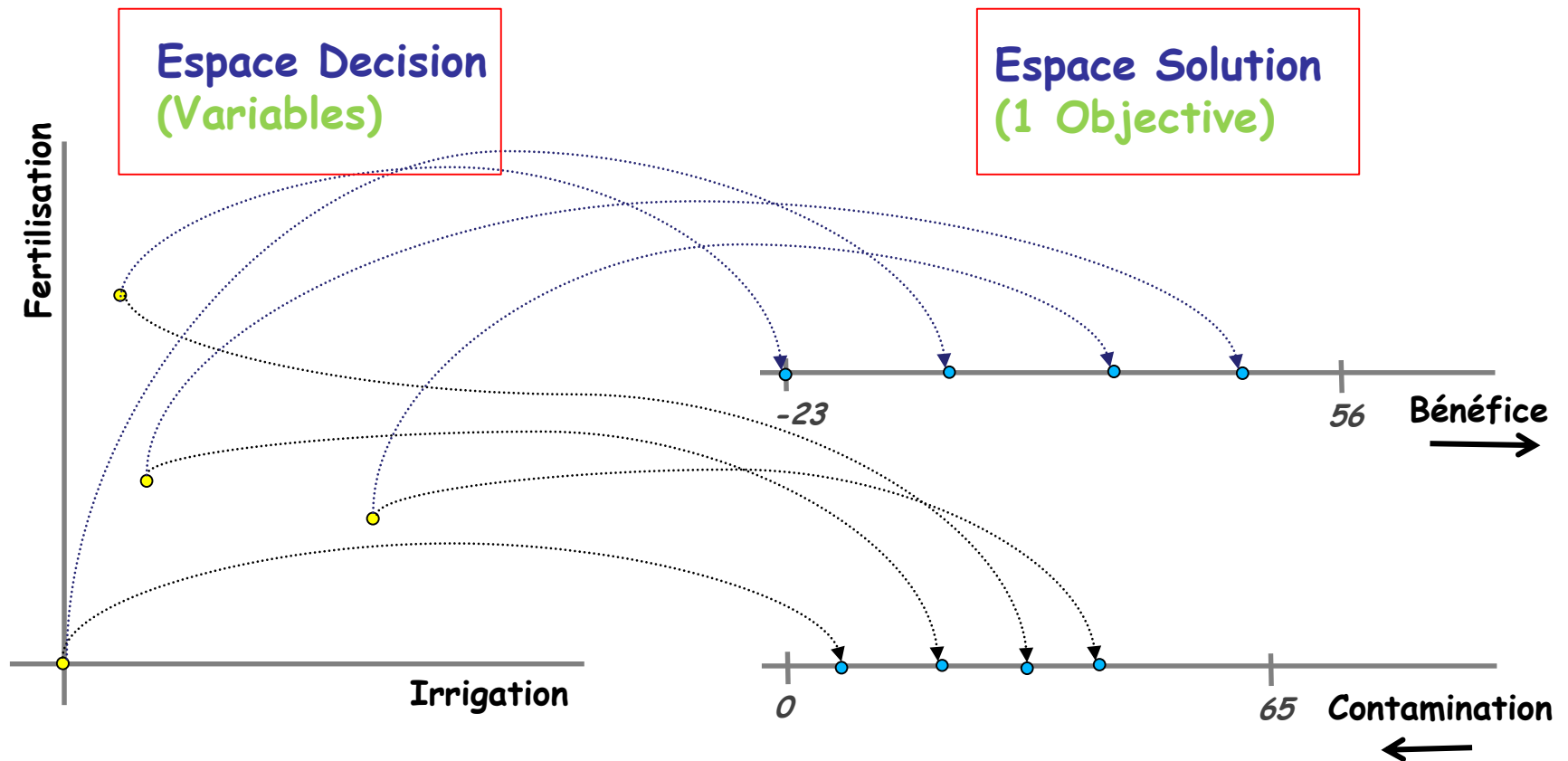


Optimisation Mono-Objectif



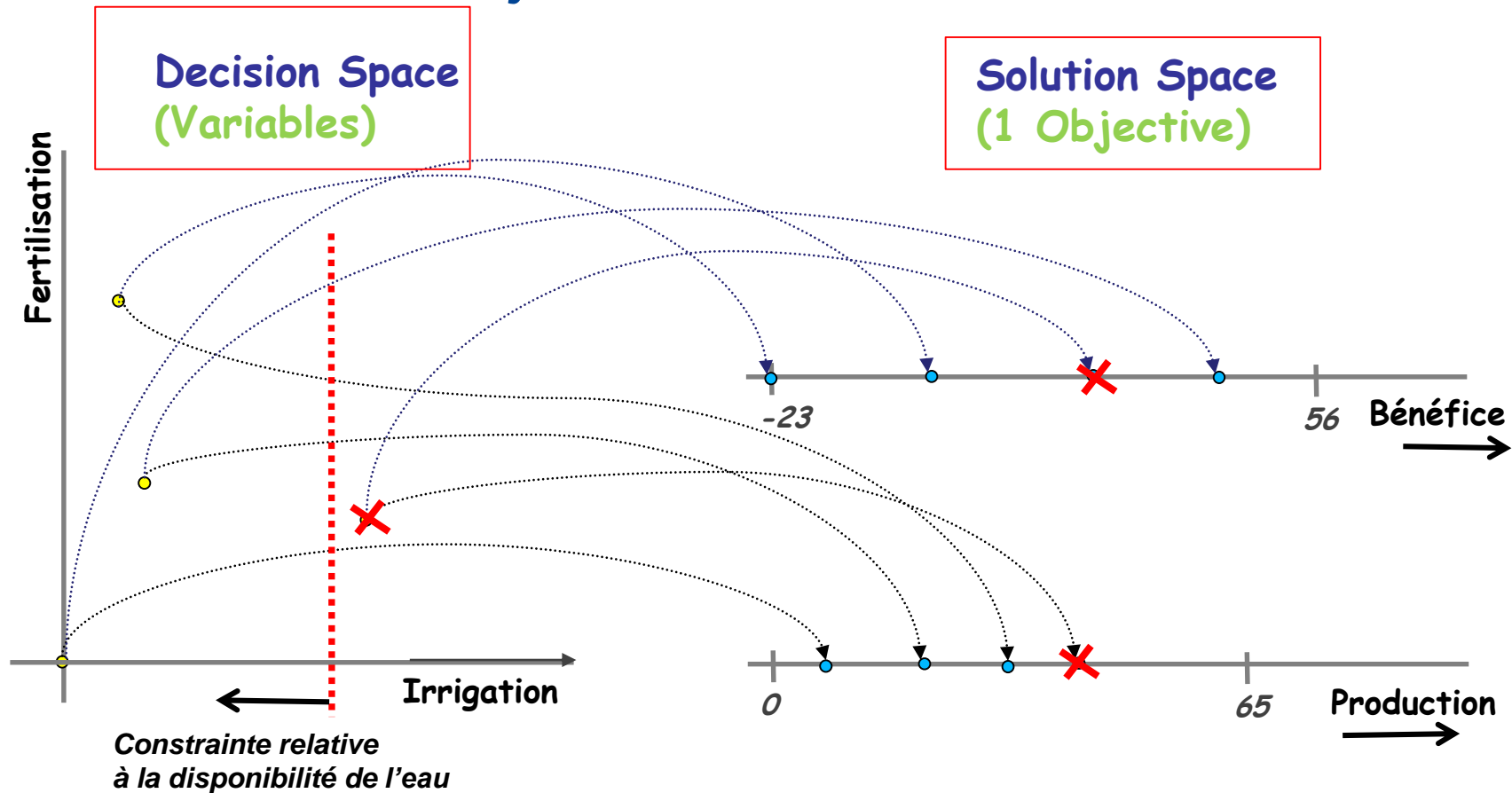
Chaque point (série de mesures) dans l'Espace de décision est un point de la stratégie de restauration

Optimisation Mono Objectif



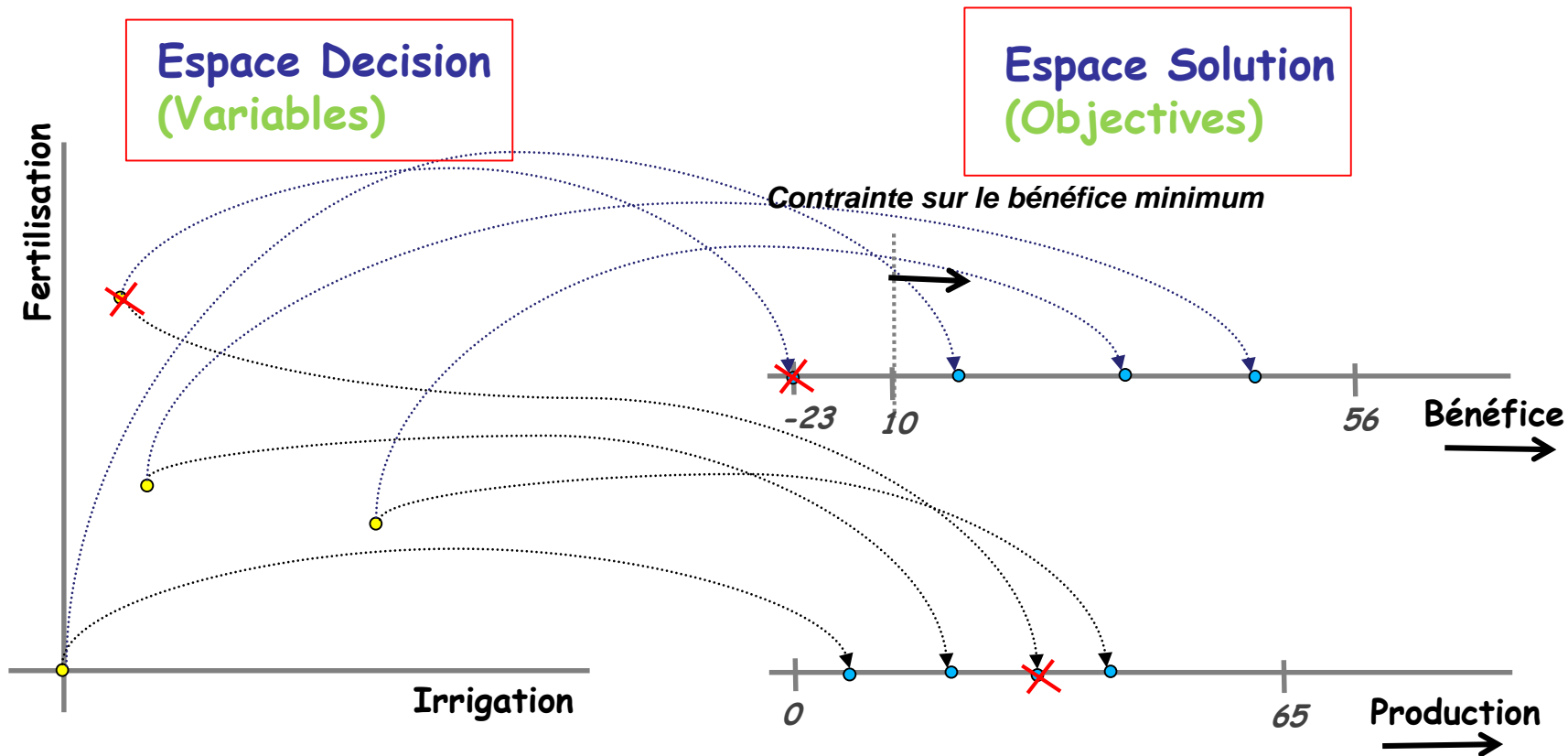
Optimisation Mono Objectif

Ajouter des contraintes

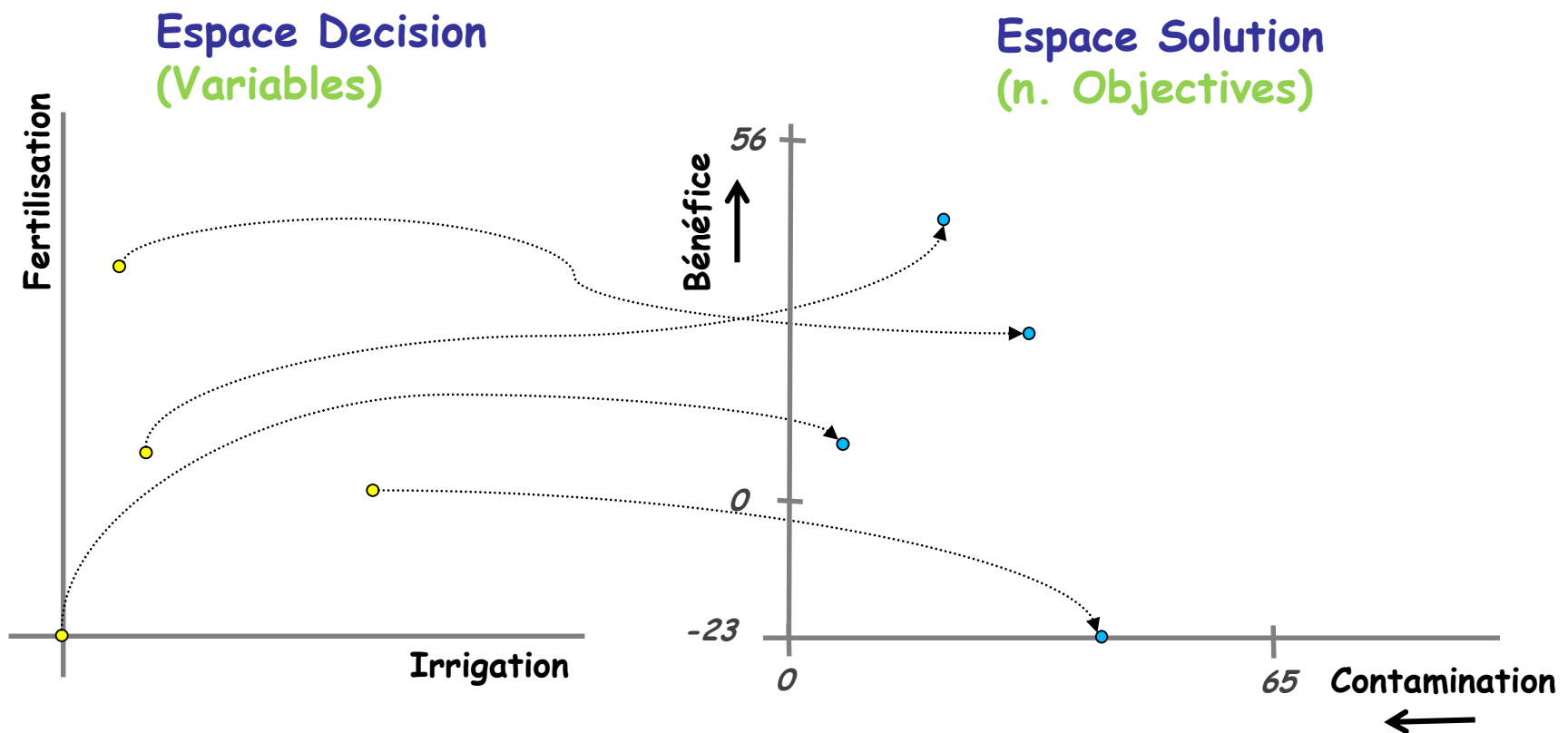


Optimisation Mono Objectif

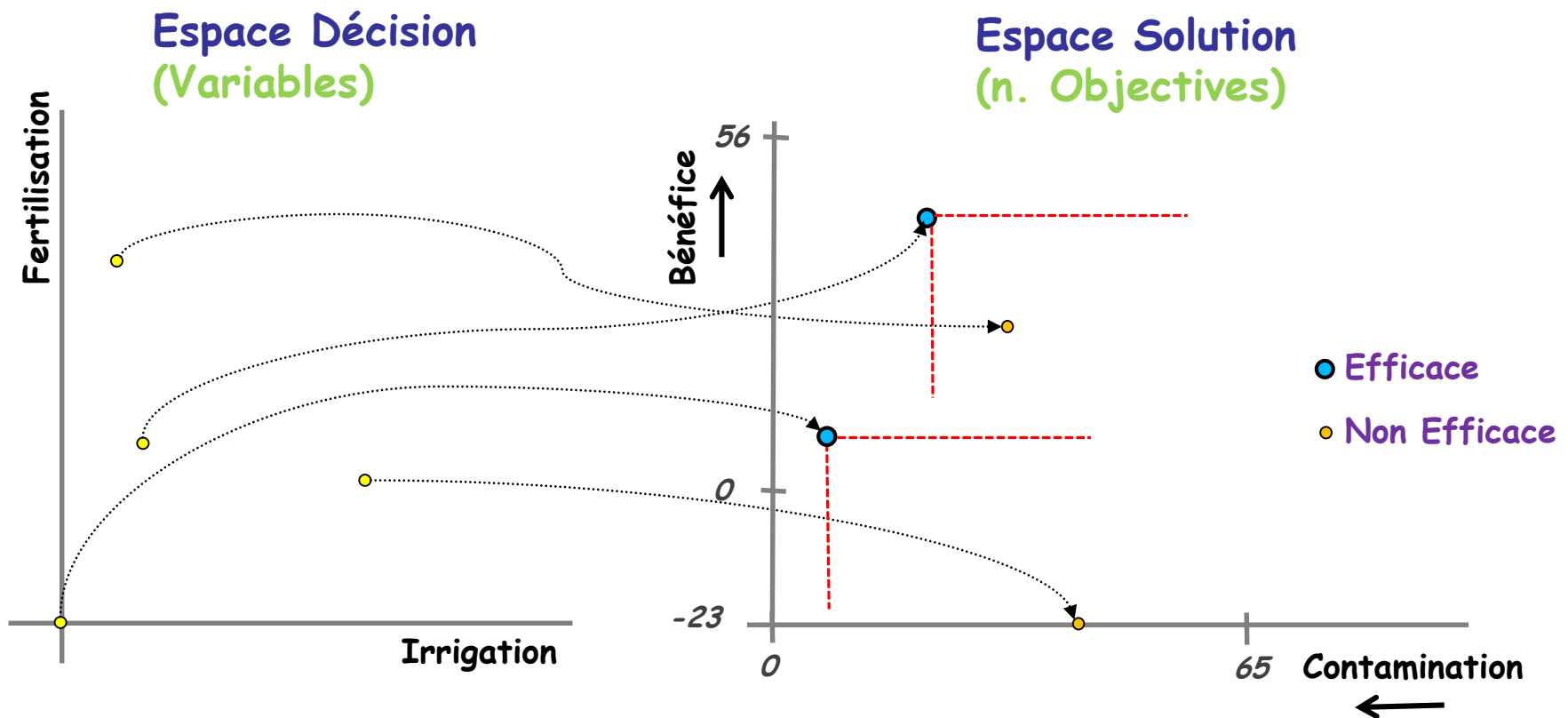
Ajouter des contraintes



MULTI Objective Optimisation



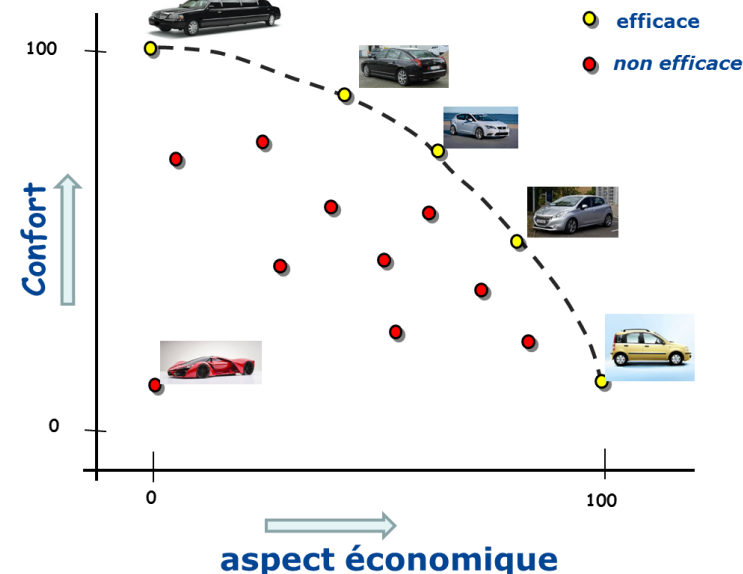
MULTI Objective Optimization



Le concept de Pareto

- ❑ **L'objectif: Trouver les bons compromis possibles au lieu de la solution unique**
- ❑ **Une solution optimale MOO est appelée *Optimal PARETO* si aucune autre solution existe qui pourrait réduire des objectifs (dans le cas d'un problème de minimisation) sans causer une augmentation simultanée d'au moins un autre objectif.**
- ❑ **→ obtenir un compromis (= une amélioration implique une détérioration de au moins 1 objectif)**

choisir une voiture

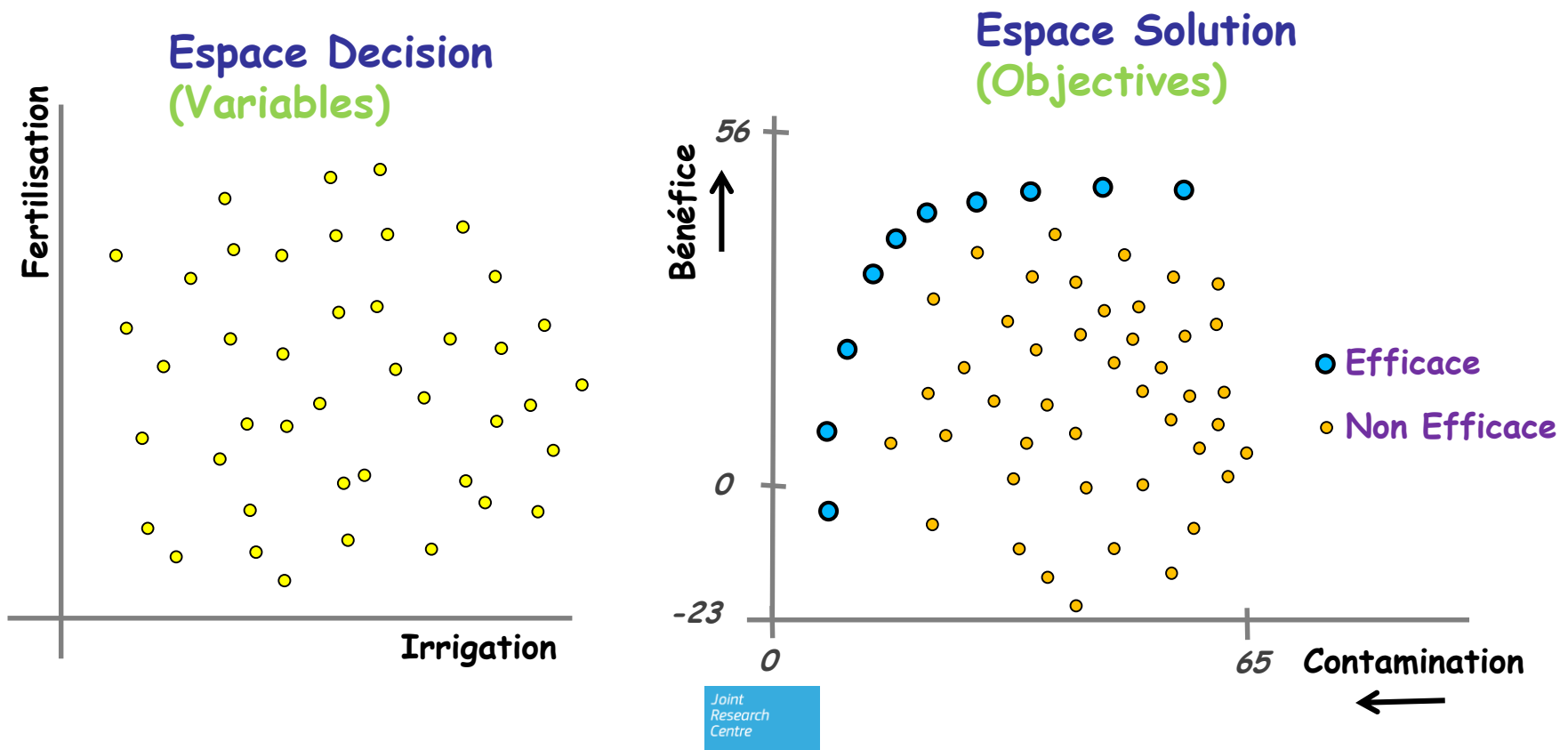


Dominance Pareto

- ❑ Les solutions qui se situent le long de la ligne sont dites non-dominées . Celles qui sont sur la ligne sont dites dominées car il ya toujours une autre solution sur la ligne qui à au moins un 1 des objectifs avec une meilleure valeur.
- ❑ La ligne est appelée le front Pareto et les solutions Pareto optimales.
- ❑ Donc Il est important dans le MOO de trouver les solutions les plus proches du front Pareto autant que possible.

- ❑ **Série Pareto optimale:** Une Solution Pareto Optimale n'est pas unique, il existe une série de solutions connues qui sont optimales et compose la série Pareto optimale.

→ Elle représente une la série complète de solutions pour un problème moo



The optimization tool for the Mekrou

Plusieurs options alternatives étaient disponibles pour le développement MOO:

1. Lien dynamique avec les modèles: les entrées dérivées par des options alternatives/options de gestion sont modifiées dynamiquement et de manière automatique, le modèle est exécuté de manière réursive, et la sortie est analysée par des algorithmes MOO
- 2a. Un ensemble défini de sortie permet d'identifier des solutions optimales: par exemple, en utilisant différentes cartes de production de cultures prédéfinies, cartes d'utilisation de l'eau, entrées de demande d'eau, les données de différents modèles sont utilisées pour exécuter une procédure MOO
- 2b. Metamodel: Développement de métamodèles adaptés aux entrées / sorties spécifiques à intégrer à MOO: par exemple un modèle basé sur la relation production de la culture, l'apport d'engrais/irrigation

The optimization tool for the Mekrou

Deux options alternatives étaient disponibles pour le développement MOO:

Option 1:

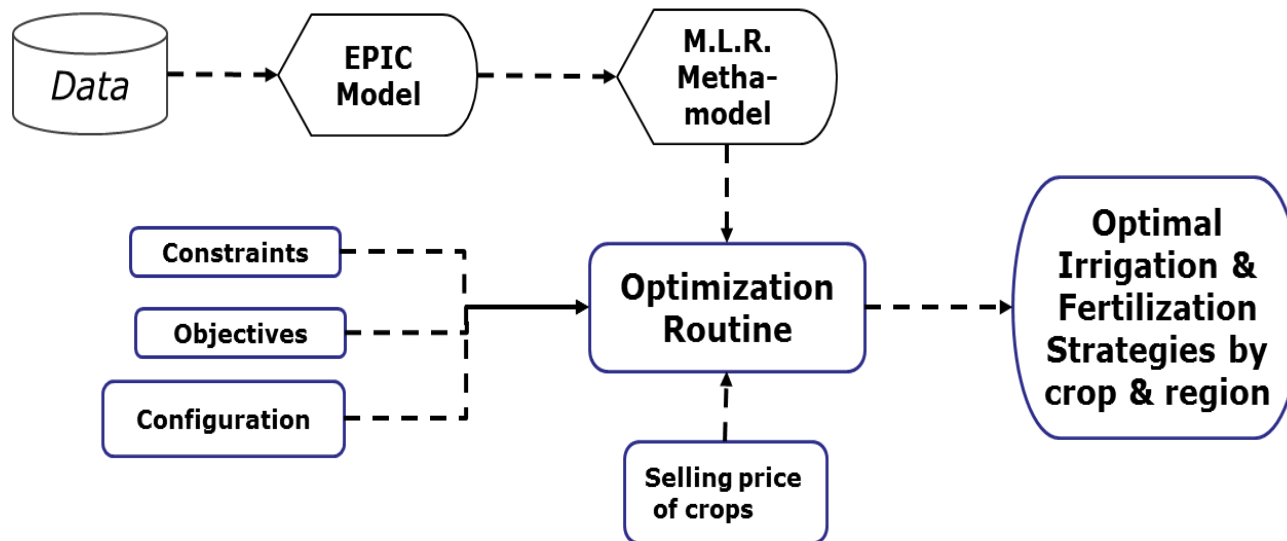
- pro: dynamique, plus de possibilité de changements de saisie de scénario, modification de l'utilisateur final assez flexible
- contre: lien avec des modèles prédéfinis spécifiques, exigences de temps de simulation élevées

Option 2:

- pros: possibilité de modifier les modèles, les cartes et les données utilisées pour l'analyse, les exigences de temps plus bas
- contre: à définir à l'avance, ensemble normalisé d'entrée prédécidé

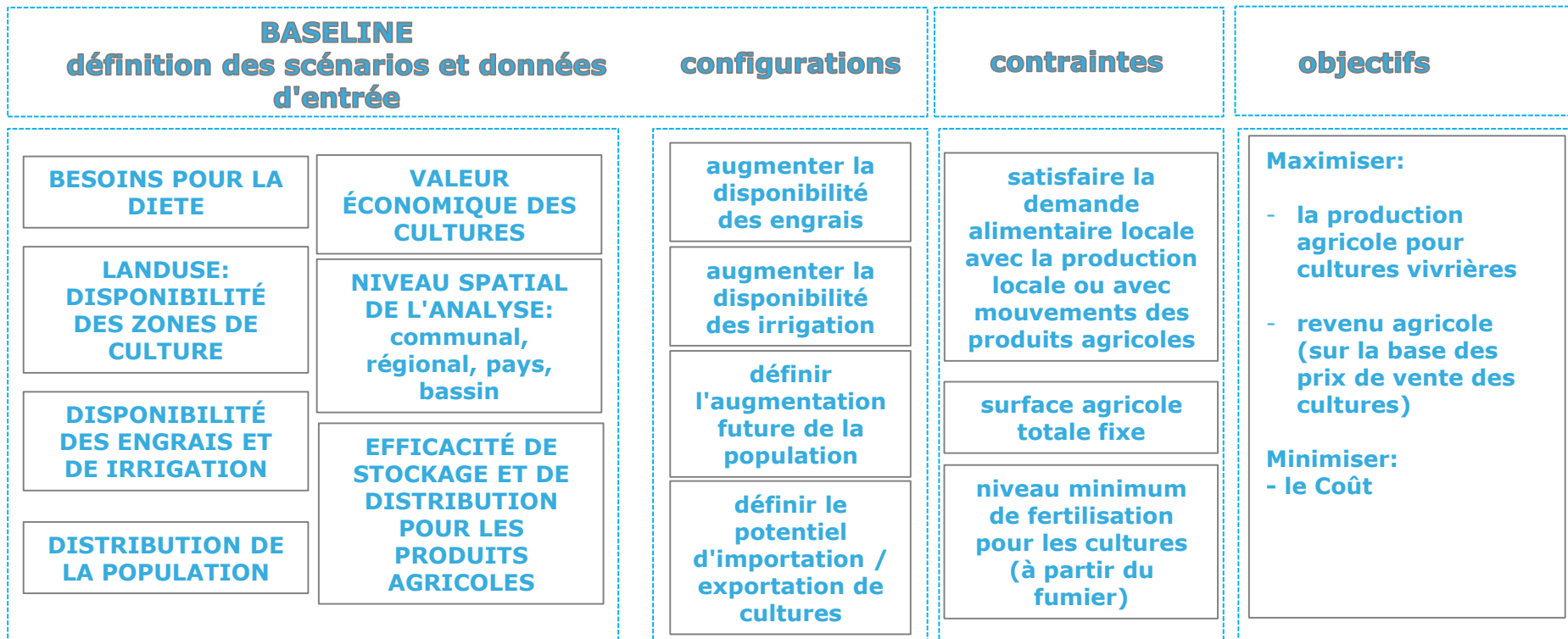
The optimization tool for the Mekrou

Outil d'optimisation pour l'identification de stratégies agricoles optimales dans le contexte de la sécurité alimentaire



The optimization tool for the Mekrou

Schéma méthodologique



Résumé et discussion

- La technique d' Optimisation permet d'identifier les solution optimisées par rapport à des objectifs cibles predefinies (une forte production agricole, un minimum de pollution des sols, couts minimum associés) et des contraintes (occupation des sols, dietes, habitudes sociales ,disponibilités de la ressource)
- Conduit à la definition d'un panel de solutions de compromis (trade-off) qui ne sont pas meilleurs ou pire que les autres
- Plusieurs solutions optimales sont identifiées par l'outil et le choix final doit être adopté par les bénéficiaires réels

Résumé et discussion

- Dans le contexte du processus MOO, il est crucial de définir :
 1. Les objectifs à optimiser (ceux qui doivent être maximiser et ceux qui doivent être minimiser)
 2. Les contraintes à inclure dans l'analyse

Objectifs :

- maximiser la production agricole;
- minimiser les coûts d'engrais;
- maximiser la production agricole seulement pour les cultures vivrières ou pour les culture de rente;
- minimiser les coûts d'irrigation;
- ... autres ?

Contraintes :

- maintenir une production minimale pour toutes les cultures;
- assurer que la demande alimentaire est satisfaite (au niveau local, ou a niveau du bassin versant, ou à quel niveau?);
- définir des limites pour les quantités maximales d'engrais (ex: pour chaque commune nous devons définir pourcentages d'augmentation);
- définir le maximum d'eau utilisable pour l'agriculture (ex: peut être 30% du total d'eau disponible, différenciés pour chaque commune/pays);