



Allocation des ressources en eaux sous des contraintes économiques, sociales et environnementales - cas du bassin de Merguellil en Tunisie Centrale

Hacib EL AMAMI*, Mohamed Salah BACHTA,
Slah NASRI* et Christophe CUDENNEC*****

*** INRGREF – Tunis - Tunisie**

**** INAT – Tunis – Tunisie**

***** IRD – Tunis – Tunisie**

INTRODUCTION

- Les approches de la planification des ressources en eaux ont été basées pour longtemps sur le transfert des ressources en eaux des bassins versants producteurs vers les points d'usage qui en permettent une meilleure valorisation.
- Cette politique s'est traduite par:
 - *Faibles activités économiques: Agriculture pluviale extensive l'activité principale;*
 - *faibles revenus;*
 - *pression sur les ressources en sols et techniques culturales non appropriées traduite par forte érosion: Le BV de Merguellil l'un des bassins les plus érodés de la Tunisie Centrale.*

Une gestion intégrée et durable à trois dimensions:

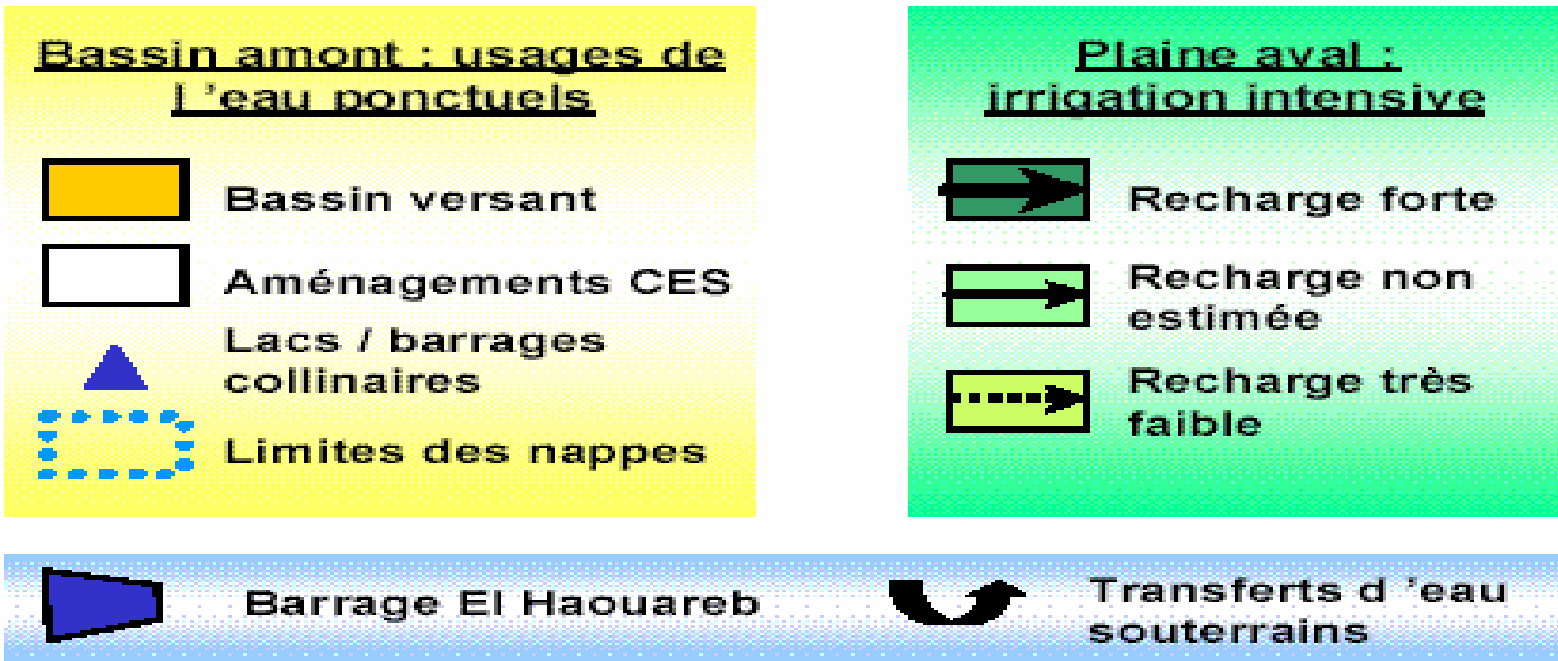
- garantir le meilleur usage de la ressource: **objectif économique;**
- assurer une allocation équitable: **objectif social** et;
- préserver la ressource: **objectif environnemental.**

Le bassin versant cadre approprié pour la gestion intégrée des ressources naturelles

- Toutes les ressources et les usages interconnectés,
- intègre les interactions entre les connaissances relatives au milieu physique, social et économique;



Echelle : 1/500 000



Source: Projet Mergusie - 2001.

Cet aménagement vise:

- un objectif environnemental: réduction de l'érosion des sols et en même temps réduction de la sédimentation du barrage;
- un objectif social: amélioration du revenu de la population de l'amont par suite de la réduction de l'érosion des sols et la fixation d'une partie des eaux de ruissellement.

Toutefois, il semble se traduire par une réduction des apports d'eaux au niveau du barrage dont dépend largement la recharge de nappe et la durabilité de l'irrigation dans la plaine (Dridi, 2000).

La conservation des ressources naturelles implique généralement un conflit entre les objectifs poursuivis et les partenaires sociaux impliqués .

- **L 'objectif économique:** Maximiser le Revenu agrégé dégagé au niveau de la plaine;
- **L 'objectif de l 'équité sociale:** Amélioration du revenu de la population de l 'amont;
- **L 'objectif environnemental à l 'amont:** relatif à la réduction de l 'érosion;
- **L 'objectif environnemental à la plaine:** éviter le rabattement de la nappe.

La relation entre les objectifs est :

- soit **complémentaire**; soit **supplémentaire**; soit **conflictuelle**.

Dans le cas du BV Merguellil on a relation *conflictuelle* entre objectifs suivants:

- Objectif économique/Objectif environnemental de réduction de l'érosion des sols;
- Objectif économique/Objectif social;
- Objectif économique/Objectif environnemental de préservation de la nappe.

Approche méthodologique

1. L'approche multi-critères pour l'analyse d'objectifs conflictuels

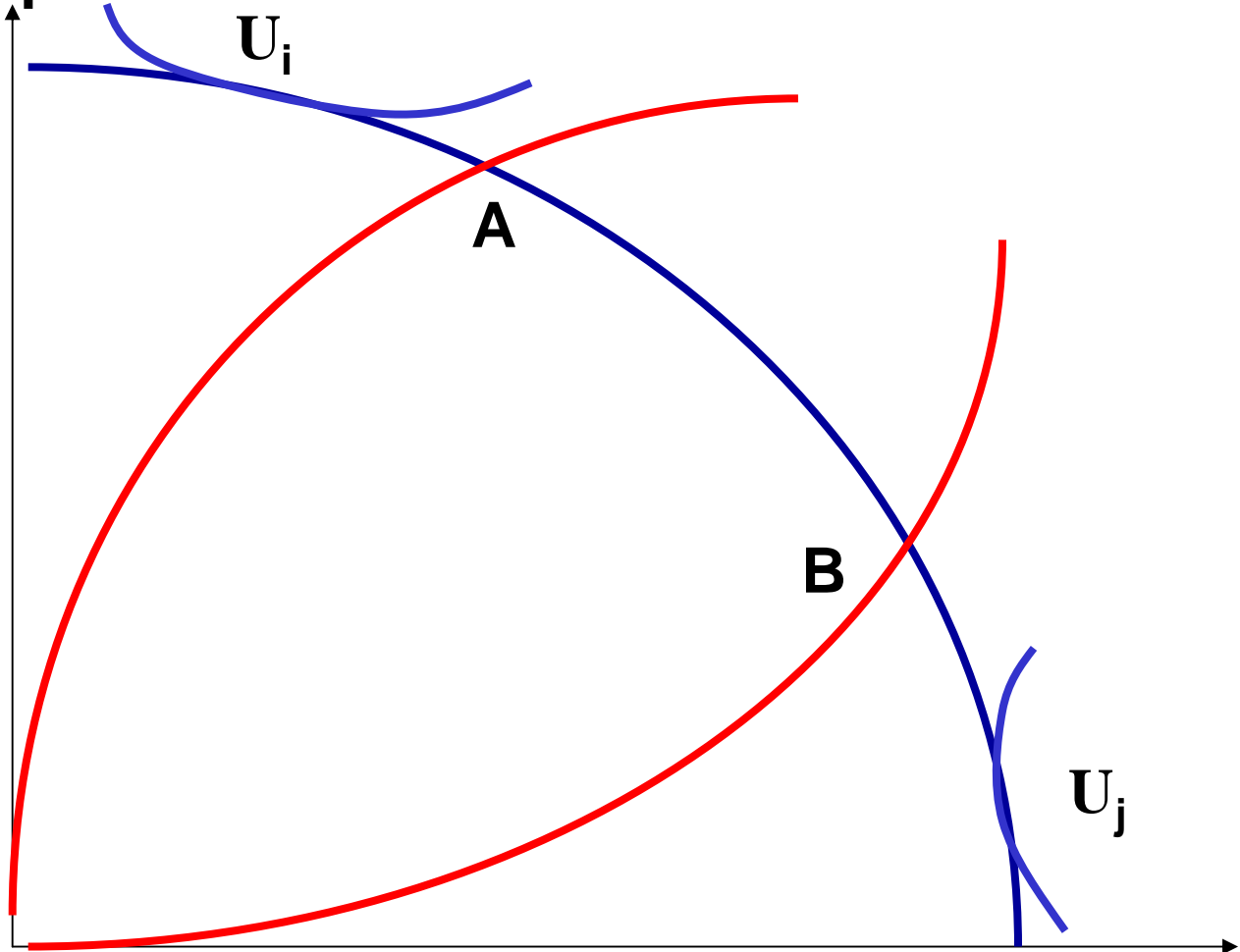
L 'analyse d'objectifs conflictuels nécessite le recours à des techniques multi-critères:

- Il n ' a aucun moyen pour satisfaire tous les objectifs ensemble;
- Le processus de la réalisation de ces objectifs implique des trade-off .

Dans le cas de travail: L 'analyse de Trade-Off examine et quantifie les interactions entre les indicateurs économiques, sociaux et environnementaux en rapport avec les choix technologiques et les scénarios d 'aménagement.

Compte tenu de cette relation conflictuelle, les techniques d'optimisation mathématique peuvent être utilisées pour déterminer l'allocation efficiente entre les objectifs (Prato, 1998). La combinaison entre les objectifs se situe au niveau de la courbe d'efficience ; appelée aussi courbe de trade-off.

Economique

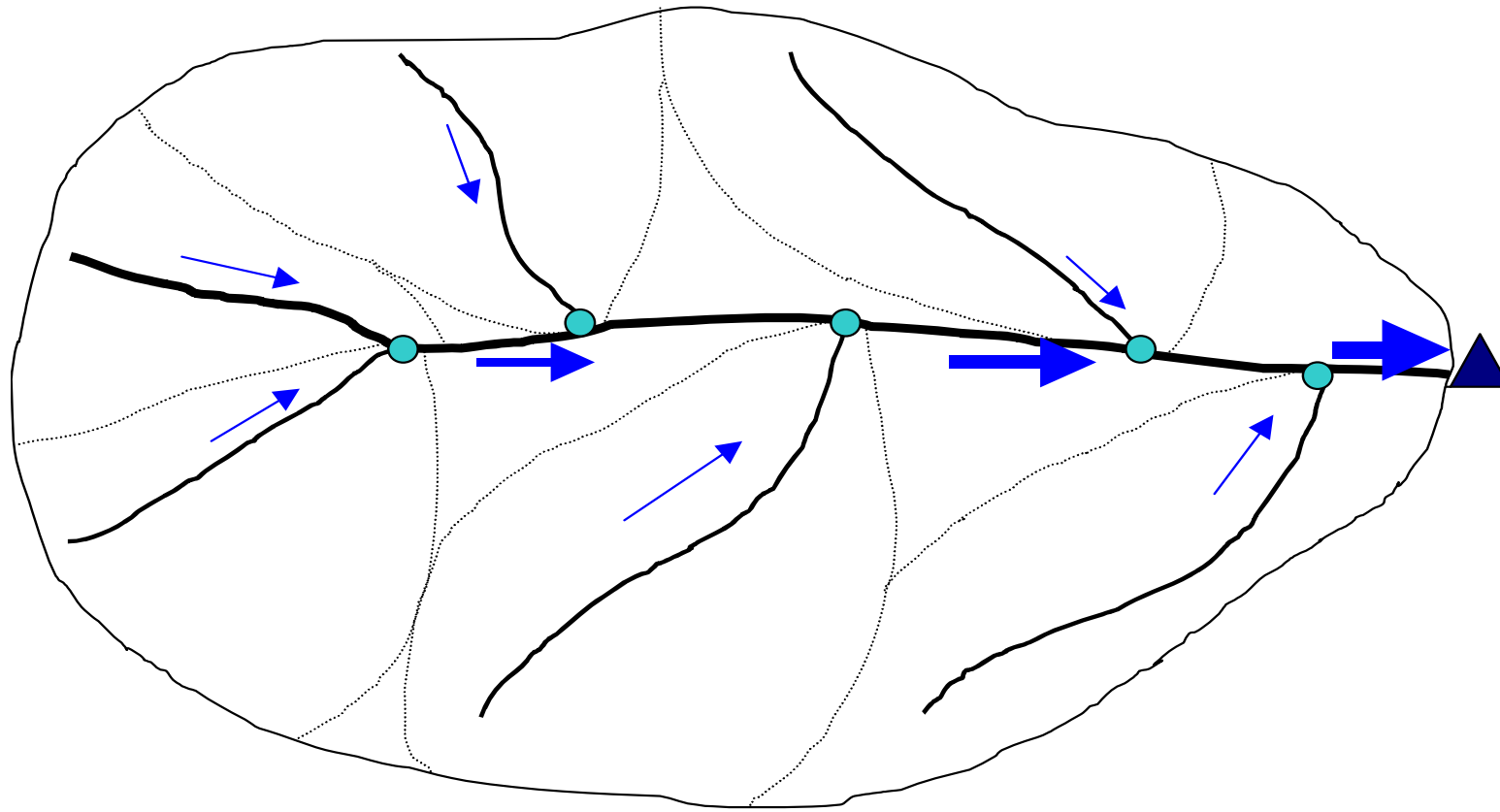


**Environnement (réduction érosion,
réduction rabattement de la nappe)**

2. La technique Target MOTAD modifié: l 'Outil d 'Analyse utilisée

Modèle d 'optimisation mathématique qui intègre le Risque où les indicateurs des objectifs économique, social et environnementaux (réduction de l'érosion des sols à l 'amont et préservation de la nappe à l 'aval) sont traités comme : Target.

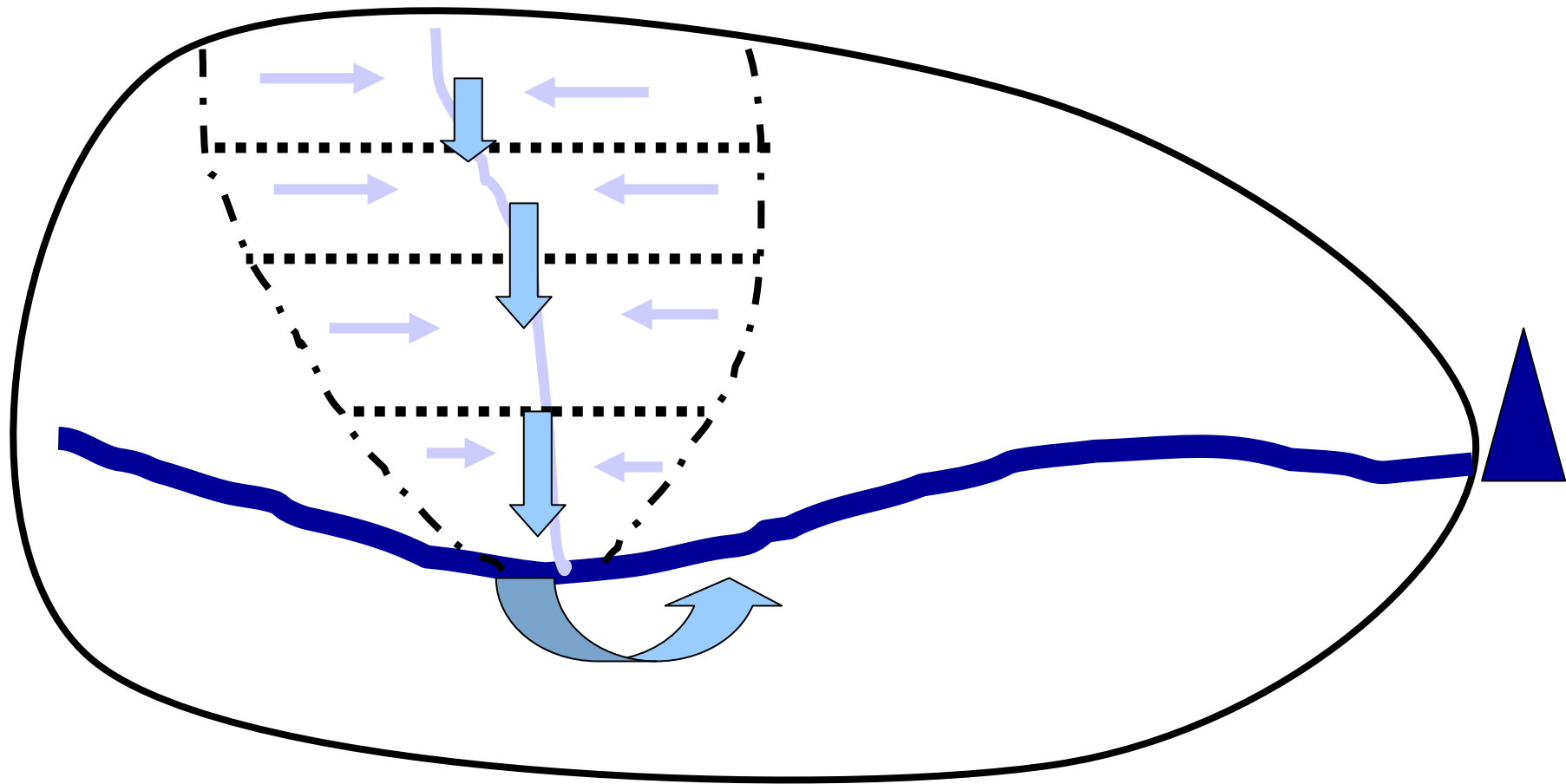
Différents niveaux de Target sont simulés et pour chaque niveau de Target différents niveaux de risque associé sont simulés et une analyse de trade-off est effectuée.



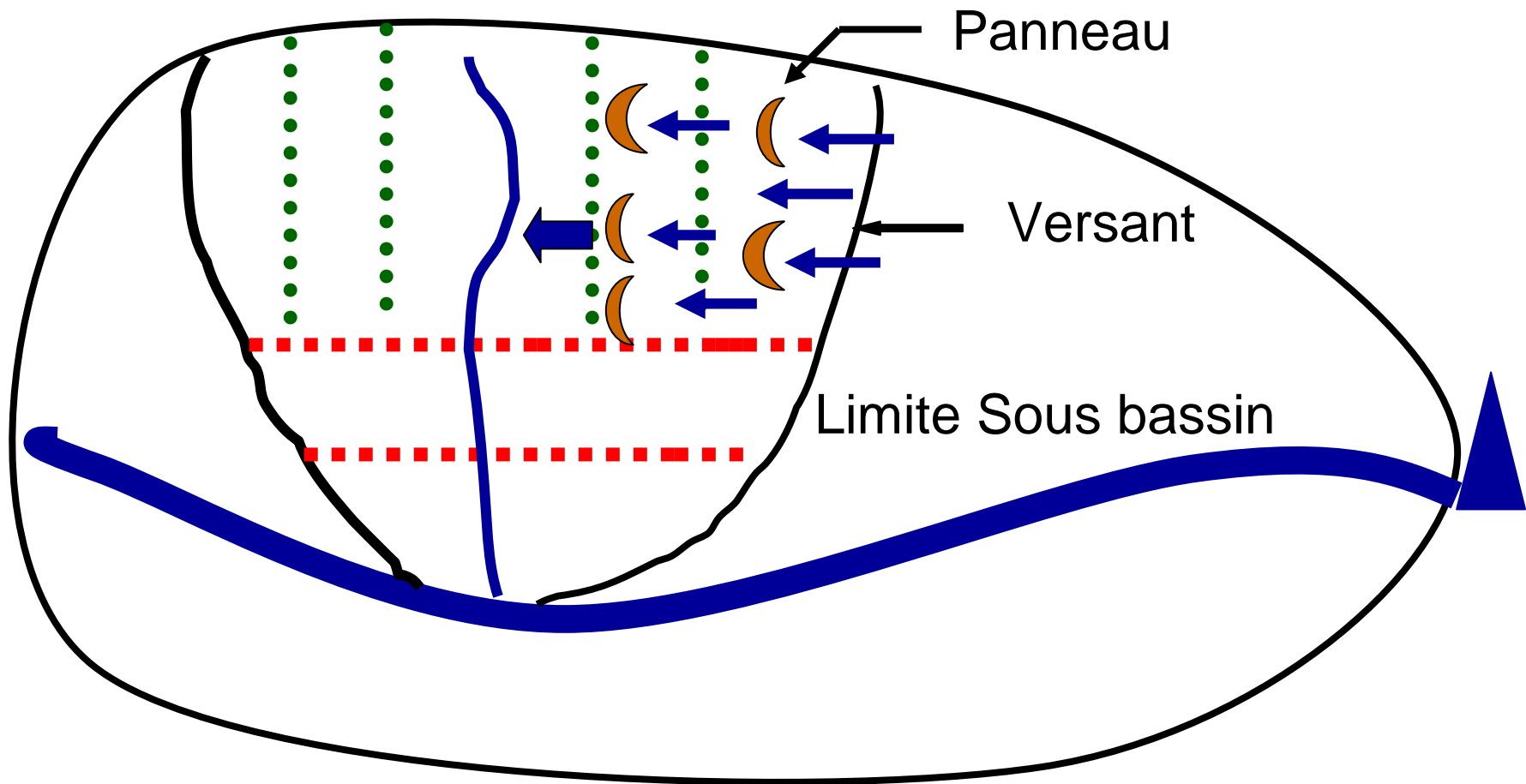
Légende :

- : limite du bassin versant ;
- ⋯ : limites des sous bassins versants des affluents les plus importants ;
- : cours d'eau principal ;
- : affluent du cours d'eau principal ;
- : ruissellement généré au niveau de chaque sous bassin ;
- : point de confluence ;
- ▲ : barrage

Figure : Découpage parallèle du bassin selon les principaux affluents

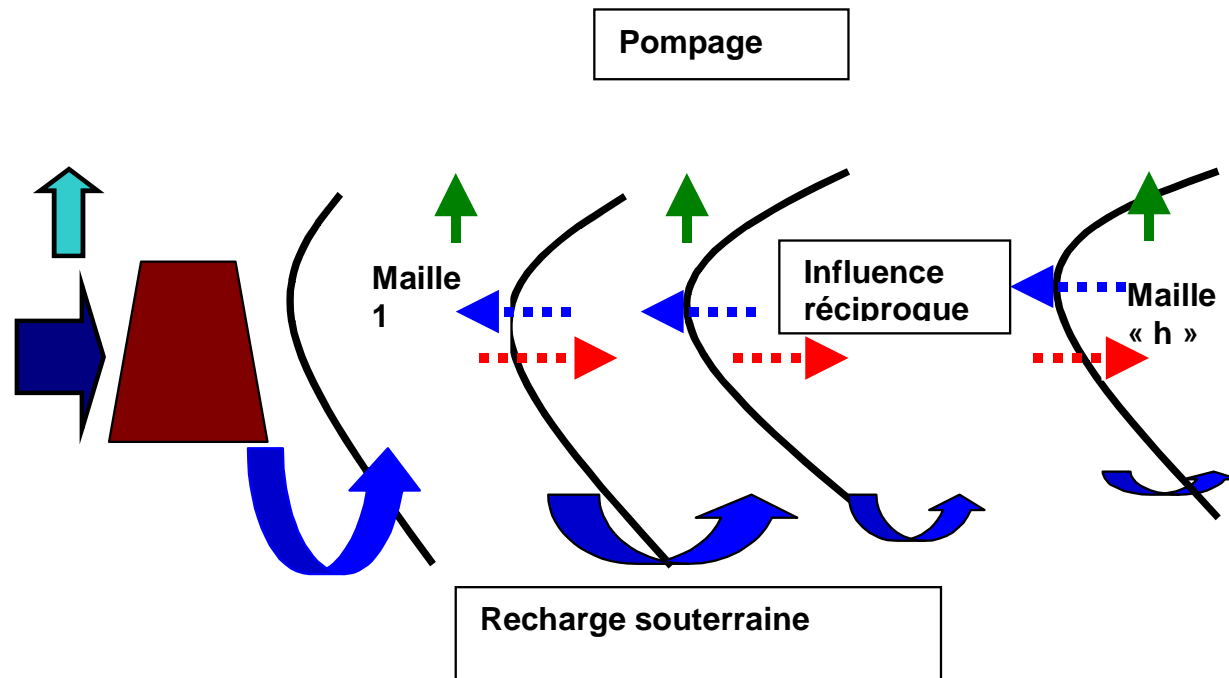


Découpage parallèle de chaque sous bassin versant en « m » versants: L'eau ruisselée à l'exutoire du s. bassin est la somme des contributions latérales de ses versants.







Découpage en série de chaque versant en « k » panneaux emboîtés: L'eau ruisselée à l'exutoire du panneau le plus en aval représente l'eau ruisselée à l'échelle du versant.

Diagramme du découpage de la nappe dans la zone d'étude en « h » mailles , de la relation barrage/nappe et de l'influence réciproque des mailles.



Légende :

-  : Barrage El Houwareb,
-  : Apports au barrage (Q_{bt})
-  : Recharge naturelle à partir du barrage ; elle est forte à l'amont de la nappe et va en diminuant. Cette recharge est la plus importante pour la nappe
-  : Pertes : évaporation et autres

Le modèle

- On se place au niveau du gestionnaire des ressources naturelles (pouvoir public)
- Le raisonnement s'effectue en statique comparative par rapport à un état initial d'équilibre.

1. Fonction Objectif

$$\text{Max } E(Z) = \sum_{f=1}^h \sum_{p=1}^k \sum_{v=1}^m \sum_{s=1}^n \sum_{j=1}^J n_{fpvs} C_{jfpvs} X_{jfpvs} + \sum_{f'=1}^{P'} \sum_{z=1}^h \sum_{j=1}^J n_{f'z} C'_{jf'z} Y_{jf'z}$$

2. Equations traduisant le ruissellement

Formulées à trois niveaux:

- **Echelle versant**

$$\sum_{f=1}^h \sum_{j=1}^J n_{fk} \alpha_{jfkvs} (c, a) (P_t + Q_{t(k-1)}) X_{jfkvs} - Q_{tks} = 0 ; \forall v, s, t$$

- **Echelle sous bassin**

$$Q_{ts} = \sum_{v=1}^m Q_{tv} ; \forall s, t$$

Avec :

- Q_{ts} : eaux ruisselées à l'exutoire du sous bassin ;
- Q_{tv} : eaux libérées par un versant " v " du sous bassin " s ".

- **Echelle Bassin versant**

$$Q_{tb} = \sum_{s=1}^n Q_{ts} ; t$$

Avec :

- Q_{tb} : quantité d'eau ruisselée à l'exutoire du bassin versant ;
- n : nombre de versants dans le sous bassin.

3. Contrainte Environnement: Erosion des sols

$$T_s - \sum_{f=1}^h \sum_{p=1}^k \sum_{v=1}^m \sum_{s=1}^n \sum_{j=1}^J n_{fpvs} \alpha_{jfpvs} (k, L, s, c, a) (P_t + Q_{t(p-1)vs})$$

$$X_{jfpvs} - d_t \geq 0$$

$$\sum_t p_t d_t = \lambda_s$$

4. Contrainte Equité Sociale

$$\sum_{f=1}^h \sum_{p=1}^k \sum_{v=1}^m \sum_{s=1}^n n_{fpvs} R_{fpvs} - \sum_{f=1}^h \sum_{p=1}^k \sum_{v=1}^m \sum_{s=1}^n \sum_{j=1}^J n_{fpvs} C_{tj} X_{jfpvs} - d_t \leq 0$$

$$\sum_t p_t d_t = \lambda_e$$

5. Contrainte Environnement: Rabattement de la nappe

$$T_{rz} - \sum_{f'=1}^{P'} \sum_{j=1}^J n_{f'zz} a_{zz} (a_{ijz} X_{jfz}) - \sum_{r \neq z=1}^h \sum_{j=1}^J n_{f'} a_{rz} (a_{ijr} X_{jf'r}) + \beta \cdot \varphi \cdot \alpha_z Q_{bt} - d_t \geq 0$$

$$\sum_t p_t d_t = \lambda_{rz}$$

6. Contrainte Revenu Economique

$$\sum_{f'=1}^{P'} \sum_{z=1}^h n_{f'z} R_{f'z} - \sum_{j=1}^J \sum_{f'=1}^{P'} \sum_{z=1}^h n_{f'z} C'_{tjz} Y_{jf'z} - d_t \leq 0$$

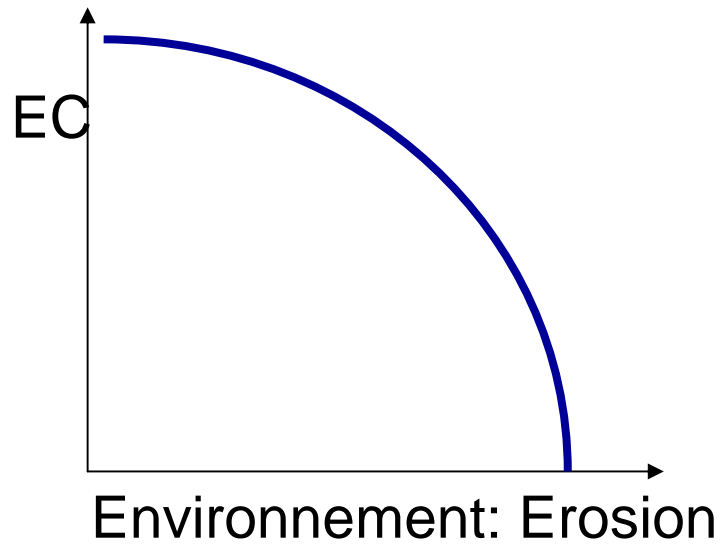
$$\sum p_t d_t = \lambda_r$$

Scénarios d'aménagement et analyses à effectuer

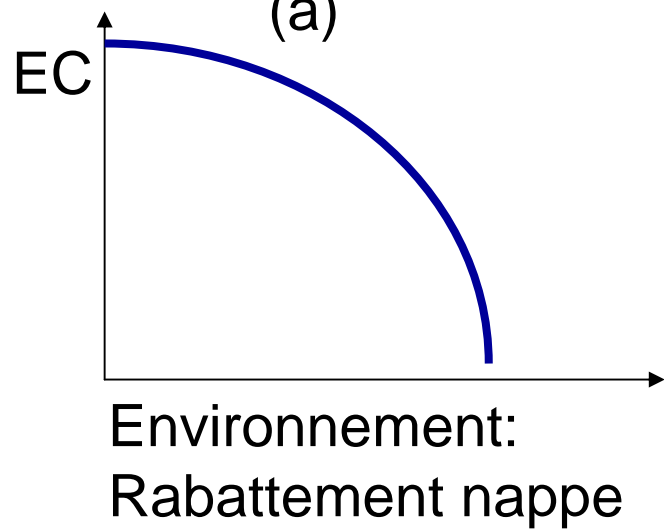
Trois scénarios d'aménagement du bassin sont envisagés :

- aucun aménagement, ce scénario sert de situation de référence ;
- tout le bassin est aménagé et ;
- seules les régions les plus érodées sont aménagées.

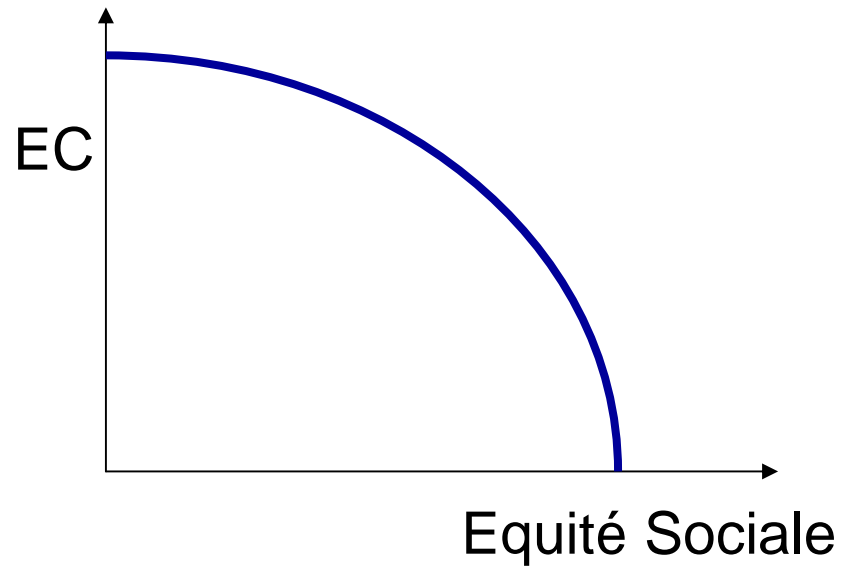
Pour chaque scénario d'aménagement trois types d'analyse sont à effectuer.



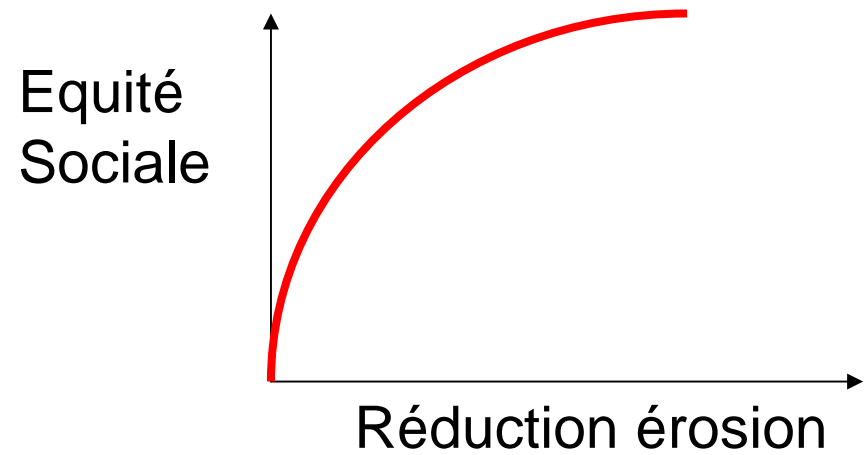
(a)



(c)



(b)



(d)

Conclusion

- L 'aménagement intégré du bassin a engendré un conflit entre les objectifs poursuivis;
- Dans un pareil contexte, le bassin versant représente l'échelle d'analyse appropriée pour la gestion des ressources naturelles: toutes les ressources et les usages à l'intérieur du bassin sont interconnectés.
- Ce contexte nécessite l'utilisation d'une approche multicritères (telle que Target MOTAD) pour analyser et quantifier le trade-off entre les indicateurs des objectifs conflictuels.