




Agence du Bassin Hydraulique du Souss Massa

Optimisation de la gestion des ressources en eau dans la bassin du Souss Massa

Marrakech le 23 mai 2005

Présenté par: Mohamed ABOUFIRASS, RESING

Marrakech, le 23/05/05 




Agence du Bassin Hydraulique du Souss Massa

**Travail réalisé par l'Agence du Bassin
Hydraulique du Souss Massa**

**En collaboration avec un bureau d'étude
marocain, Resing**

Marrakech le 23 mai 2005

Présenté par: Mohamed ABOUFIRASS, RESING

Marrakech, le 23/05/05 



LOCALISATION





Problématique liée à la gestion des ressources en eau en zones arides et semi-arides

En terme de ressources en eau:

- Rareté et irrégularité des apports
- Sécheresses persistantes

En terme de demande en eau:

- Des besoins en eau forts et croissants
- Des exigences en qualité contraignantes

En terme d'information et de données:

- Données souvent incomplètes et hétérogènes
- Grande variabilité spatiale et temporelle

Déficit en eau persistant et difficulté en termes d'allocation des ressources nécessaires pour assurer:

- Satisfaire les demandes
- Assurer l'équité entre les différents usagers de l'eau

L'amélioration de la gestion actuelle passe par :

- une définition claire des priorités entre usages ;
- des prises de décision (allocation / restriction, modification de programme de fourniture ...), à des pas de temps adéquats
- la prise en compte dans la gestion opérationnelle des paramètres de déficit à satisfaire les différentes allocations



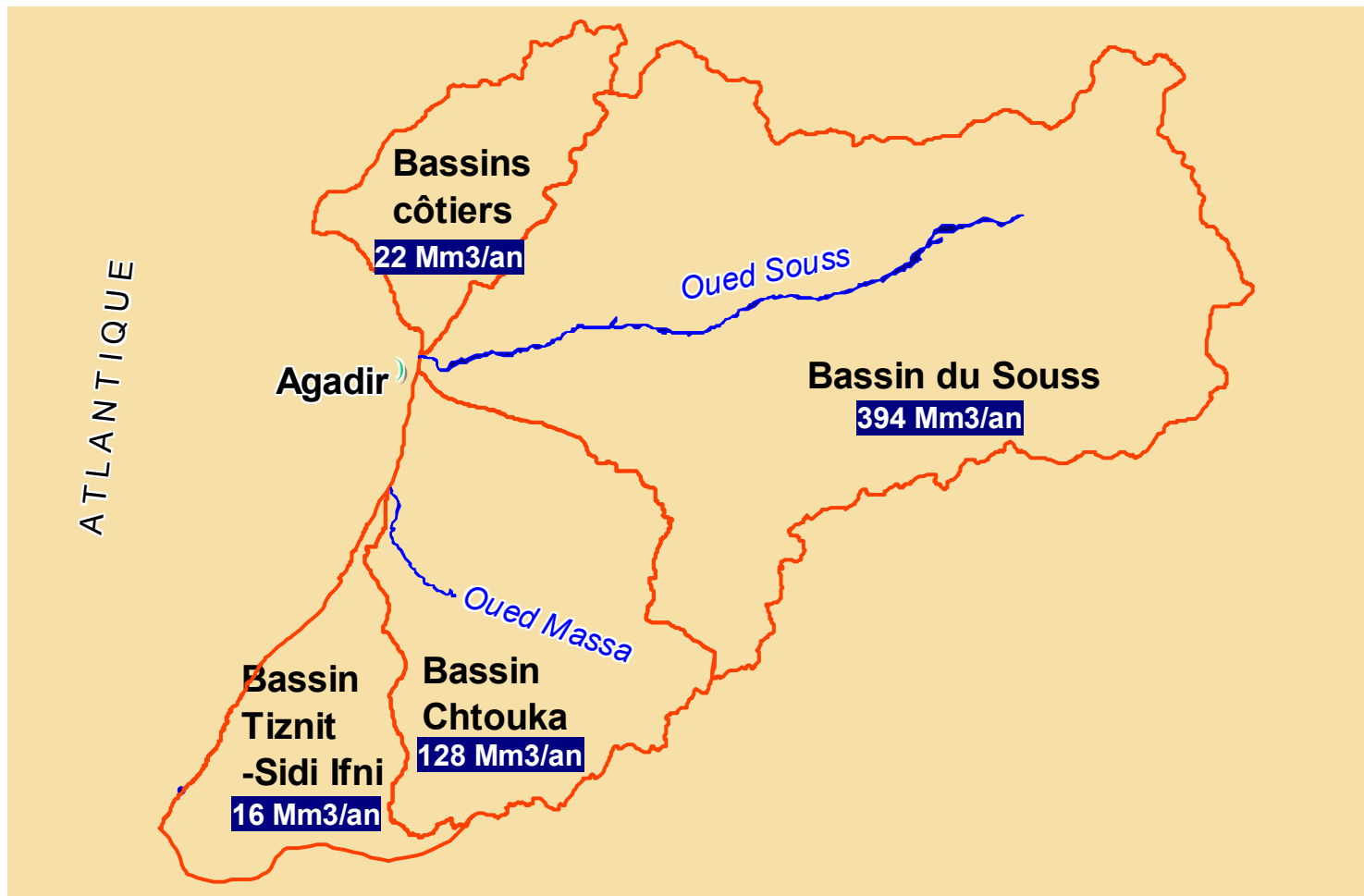
Ressources en eau:

Un contexte de rareté et de grande demande

1- Eaux de surface

limitées et très irrégulières

Apports: 626 Mm³/an





Ressources en eau:

Un contexte de rareté et de forte demande

2.a. Eaux souterraines

Surexploitées et déficitaires
Baisse piézométrique continue





Ressources en eau:

Un contexte de rareté et de grande demande

2.b. Eaux souterraines

Surexploitées et déficitaires
Baisse piézométrique continue

Nappe du Souss

- Prélèvements nets et sorties diverses : 550 Mm³
- Moyenne annuelle de la recharge globale de la nappe : 320 Mm³ ;
- Déficit annuel : 230 Mm³/an.

Nappe des Chtouka

- Prélèvements nets et sorties diverses : 90 Mm³
- Moyenne annuelle de la recharge globale de la nappe : 30 Mm³ ;
- Déficit annuel : 60 Mm³/an.



Finalités

Optimiser la gestion des ressources en eau

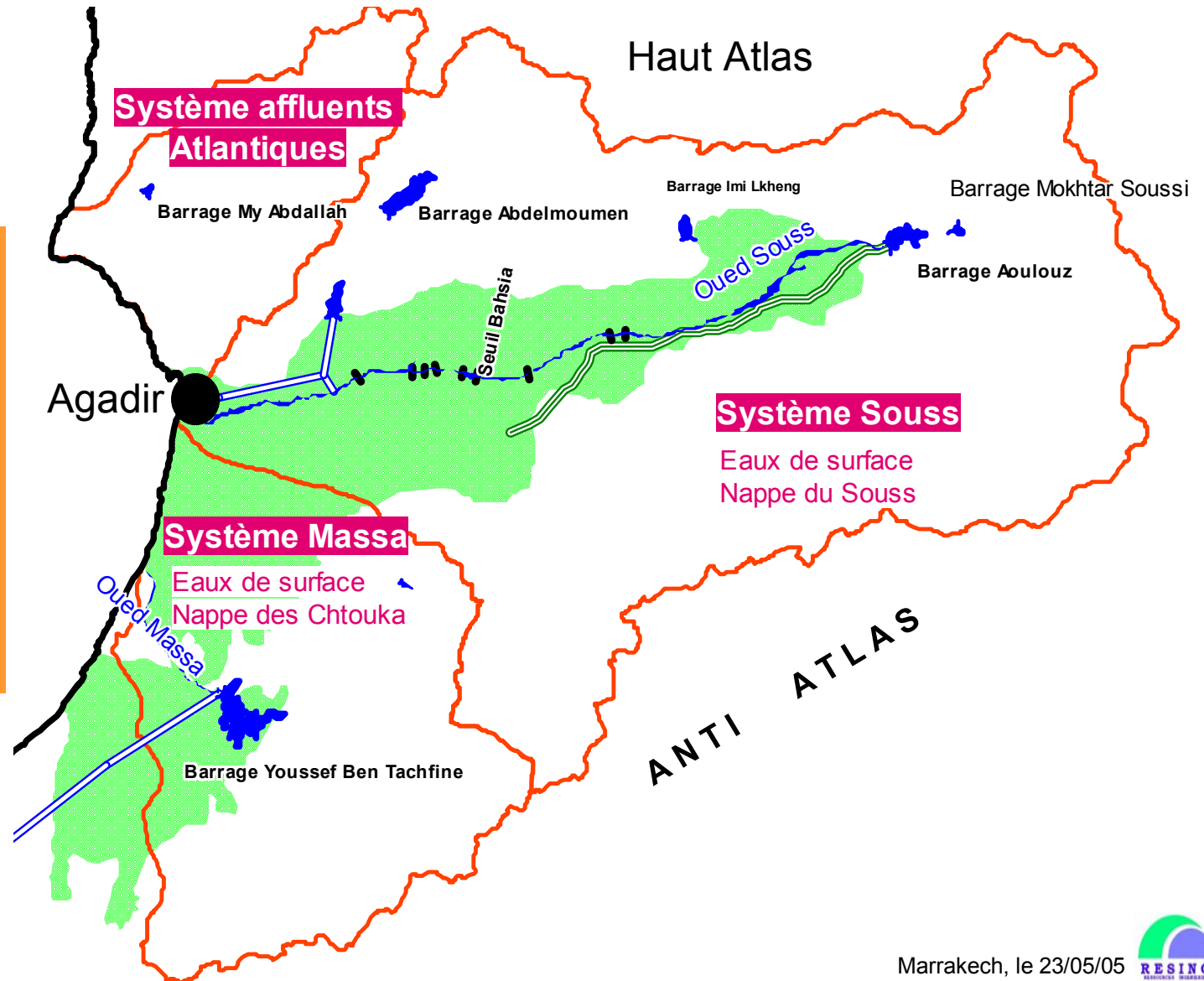
- Ne pas dépasser un seuil minimum de déficit pour les allocations prioritaires
- Minimiser le déficit pour les allocations secondaires

Elaborer un outil d'aide à la décision
en matière de gestion qui permet cette optimisation



Démarche

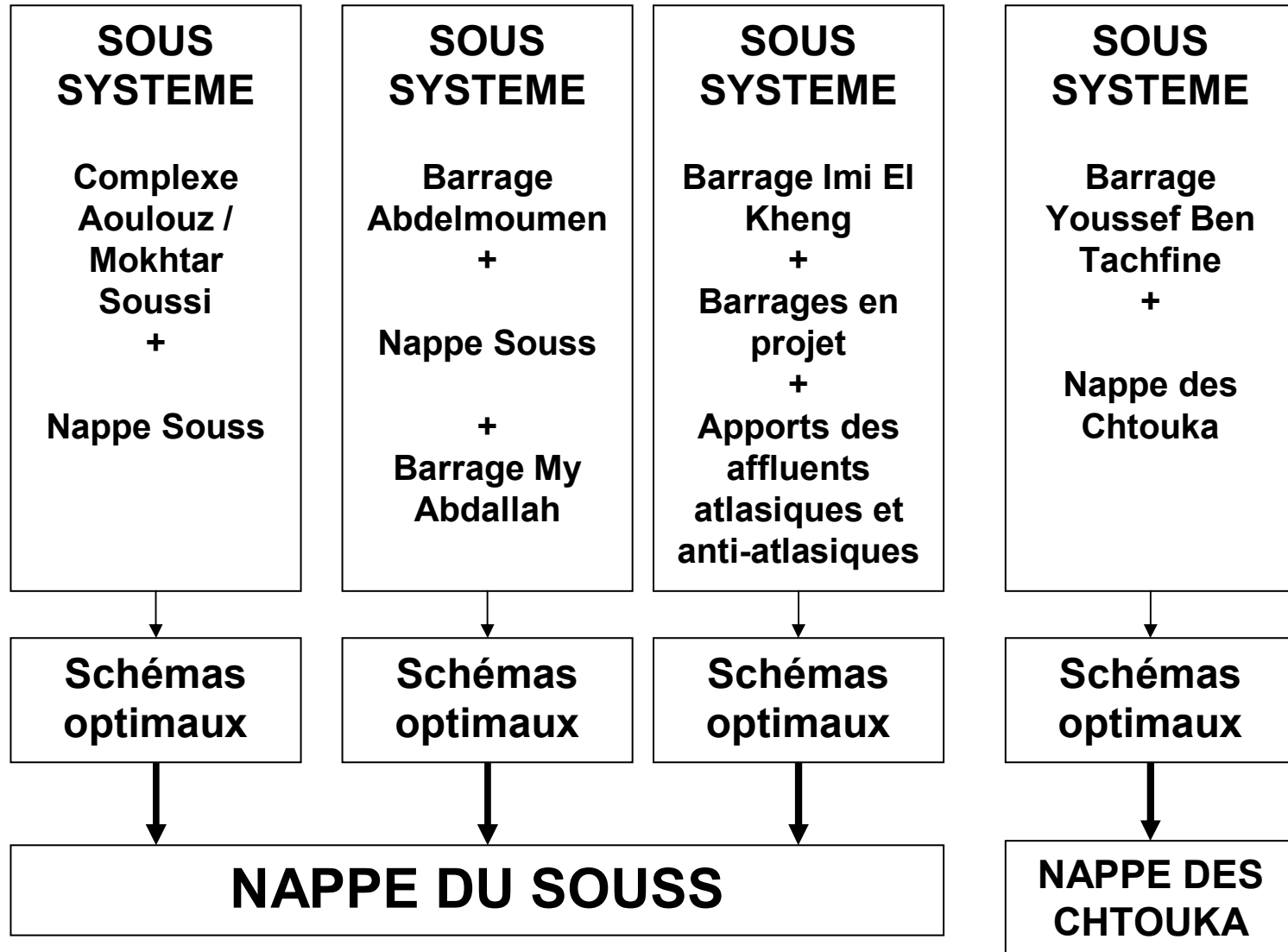
Décomposi-
-tion du
problème
en sous
systèmes
ressources
en eau





Démarche

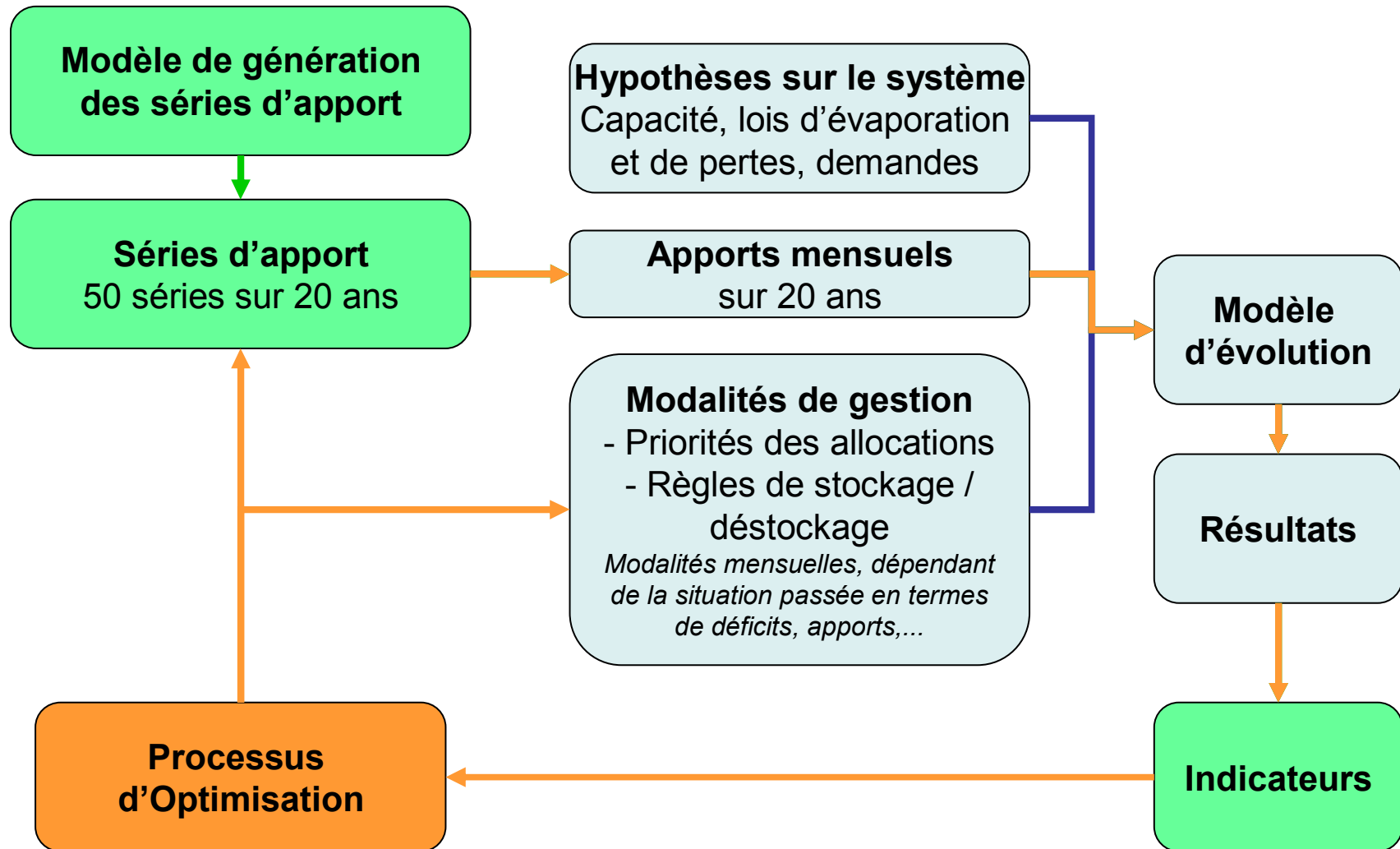
Décomposition du problème en sous systèmes ressources en eau





Démarche

Optimisation de la gestion de systèmes d'eau de surface





Démarche

Enjeux

- **Etablir des règles de gestion optimale de systèmes d'eaux de surface**
- **Contrainte** : sécuriser l'allocation prioritaire dégrade en général l'allocation secondaire

⇒ Il s'agit de trouver des **compromis** entre les risques associés à l'allocation prioritaire et secondaire

- **Démarche générale** :
 - ✓ Modéliser le passé
 - ✓ Pour générer de nombreux futurs possibles (démarche probabiliste)
 - ✓ Modéliser des règles de gestion
 - ✓ Tester ces règles de gestion pour tous ces futurs
 - ✓ Adopter les règles les plus efficaces en termes de « risques » tolérés



Démarche

Modélisation des apports

➤ Enjeux :

Les apports annuels sont de nature stochastique mais non purement aléatoires (exemple : persistance de séries d'année sèches)

➤ Objectifs :

Modéliser les apports pour chaque retenue d'eau sur la base des années passées

➤ Méthodologie :

- modélisation des apports *annuels* suivant des « chaînes de Markov » (modèle autorégressif d'ordre 1)
- désagrégation des apports annuels en apports mensuels et modélisation

Forme :

$$Q_i = \bar{Q} + \rho \cdot (Q_{i-1} - \bar{Q}) + e_i$$

Avec :

Q_i

Apport saison i

\bar{Q}

Moyenne de la série

ρ

Coefficient de corrélation avec la saison précédente

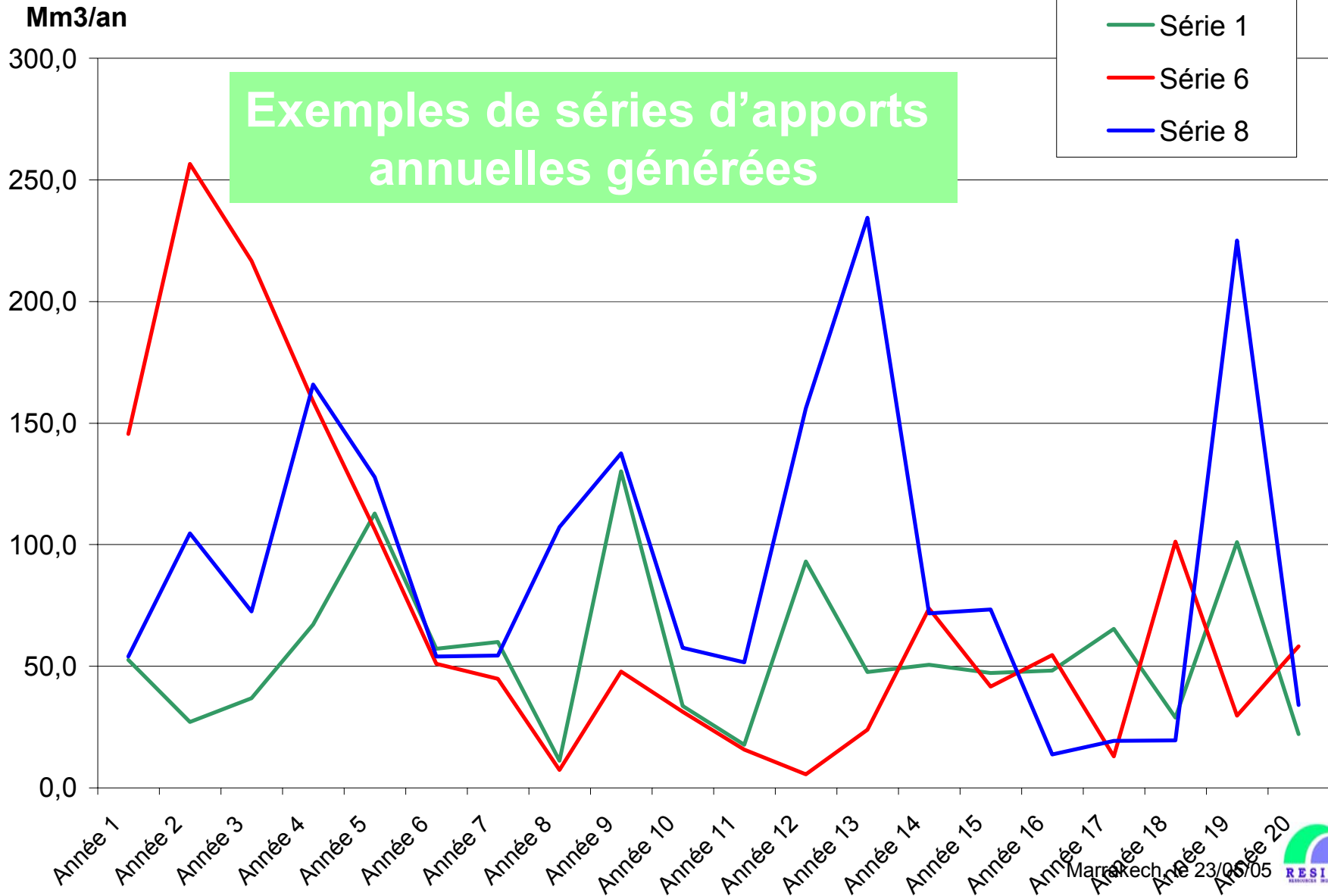
e_i

Paramètre aléatoire suivant une loi Gamma



Démarche

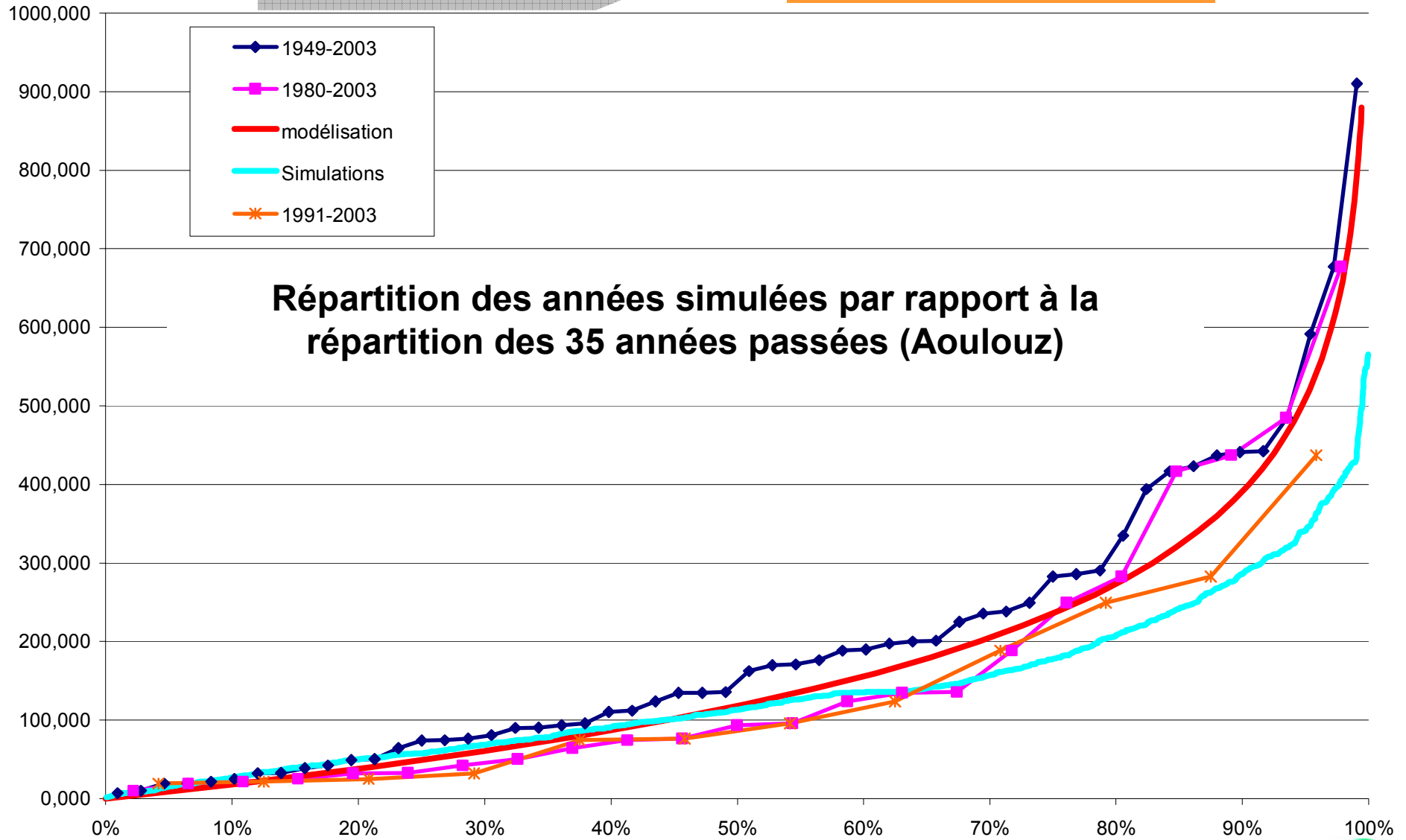
Modélisation des apports annuels





Démarche

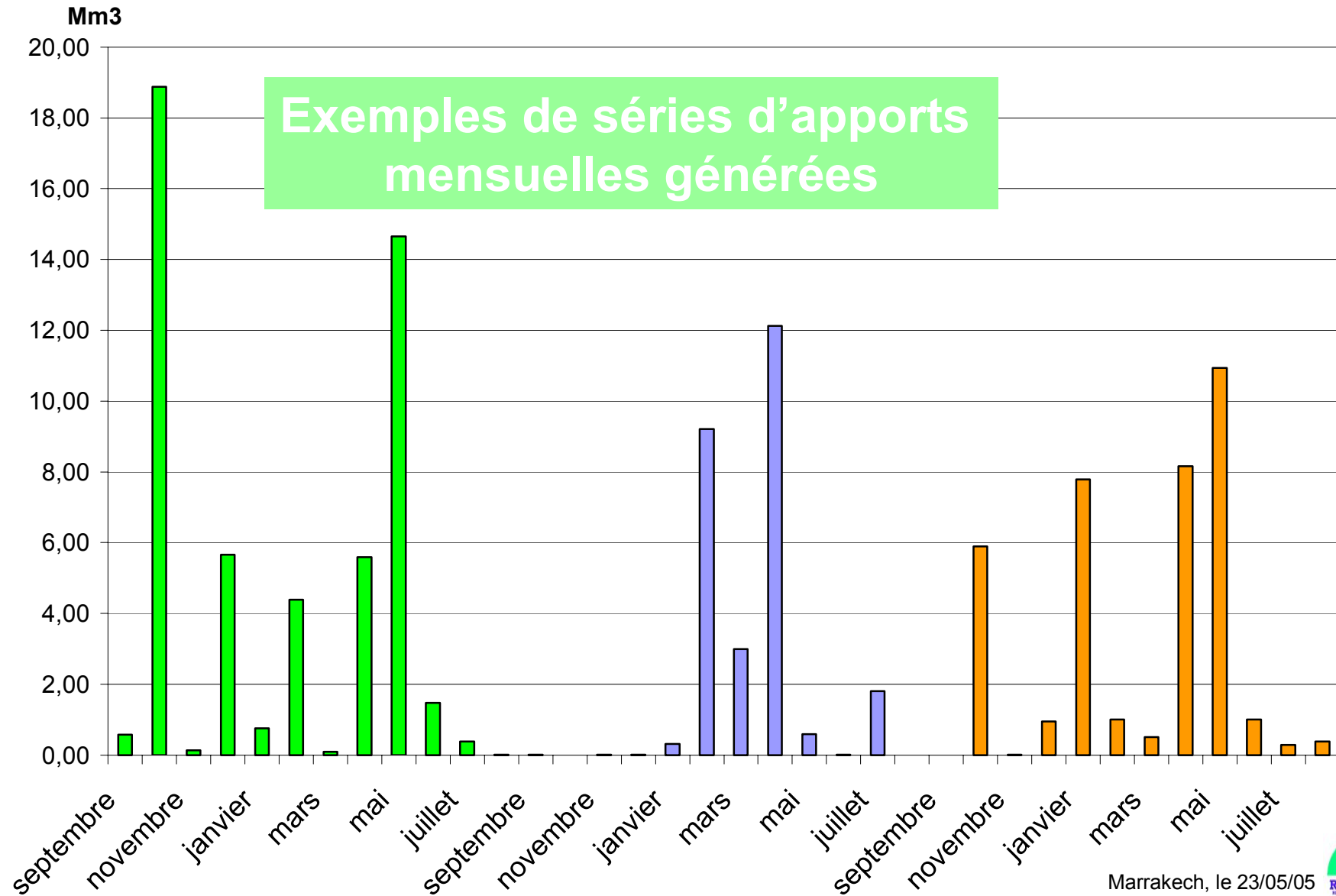
Modélisation des apports annuels





Démarche

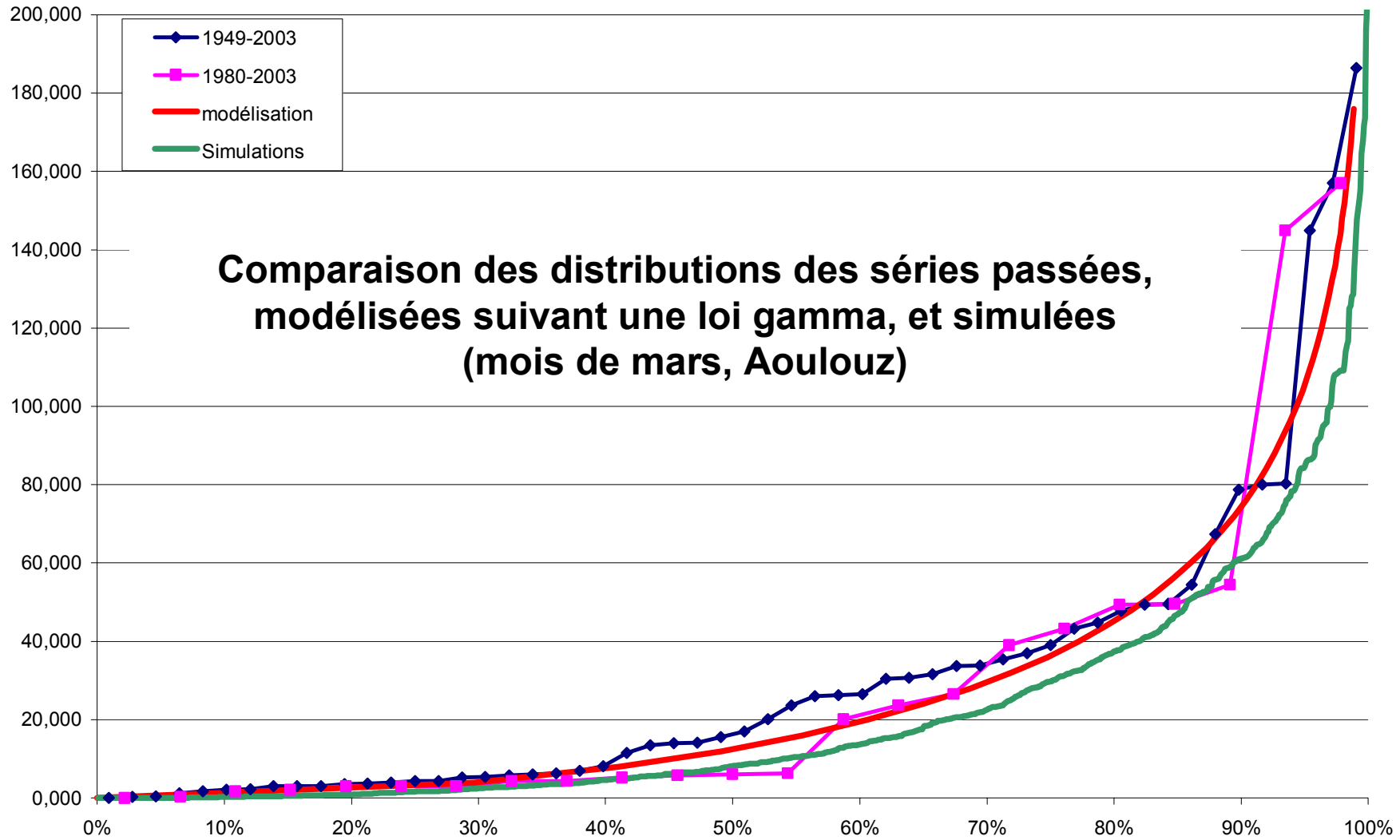
Modélisation des apports mensuels





Démarche

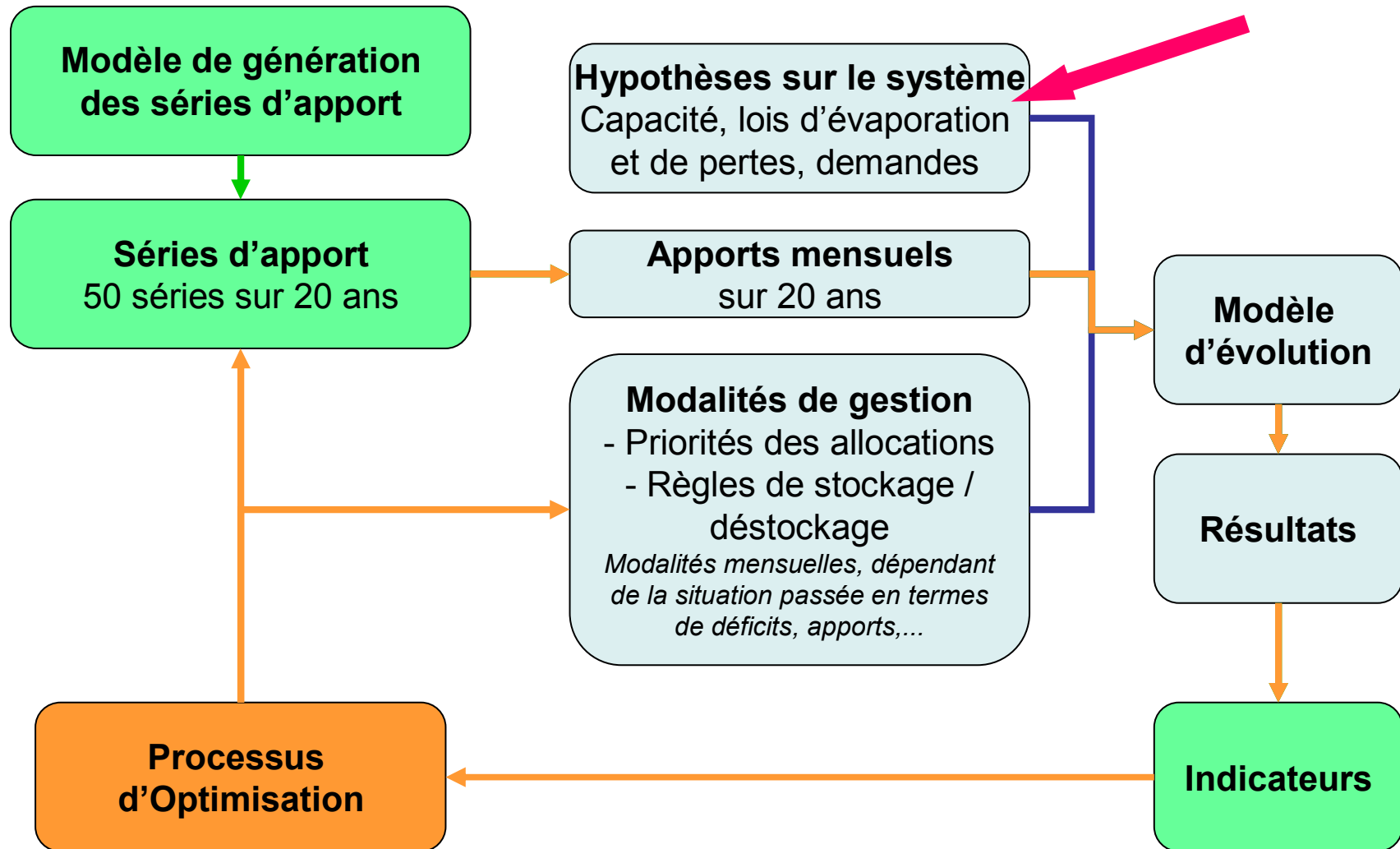
Modélisation des apports mensuels





Démarche

Optimisation de la gestion de systèmes d'eau de surface





Démarche

Hypothèses sur la retenue

Capacité:

- 1 ou 2 barrages couplés

Lois de pertes:

Plusieurs formes de lois de pertes possibles

Basées sur la modélisation statistique des pertes passées des barrages

Lois d'évaporation:

Lois mensuelles

Basées sur la modélisation statistique de l'évaporation passée des barrages

Hypothèses sur la demande:

- 1 ou 2 allocations
- Profil annuel (horizon 20 ans) de chaque demande
- Profil mensuel de chaque demande



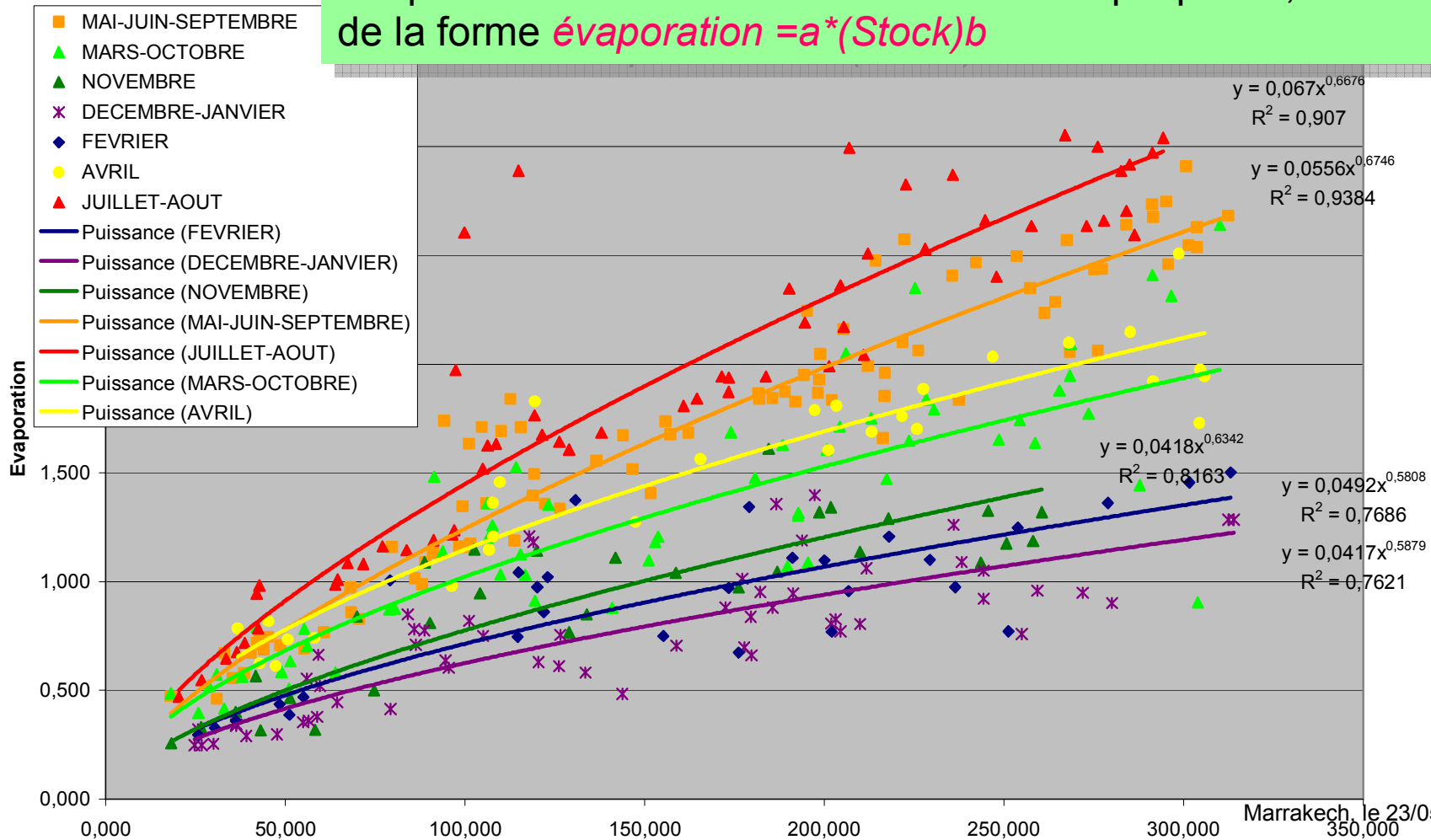
Démarche

Modélisation des retenues

Modélisation de l'évaporation

Exemple: **Youssef Ben Tachfine:**

Évaporation mensuelle : basée sur l'historique passé,
de la forme $évaporation = a * (Stock)^b$





Démarche

Modalités de gestion

➤ Lois de priorités

- ✓ Priorités absolues ou relatives d'une allocation sur l'autre
- ✓ Paramétrage des lois de priorités d'une manière mensuelle
- ✓ Les priorités peuvent être changées en cas de crise (déficits d'apports)

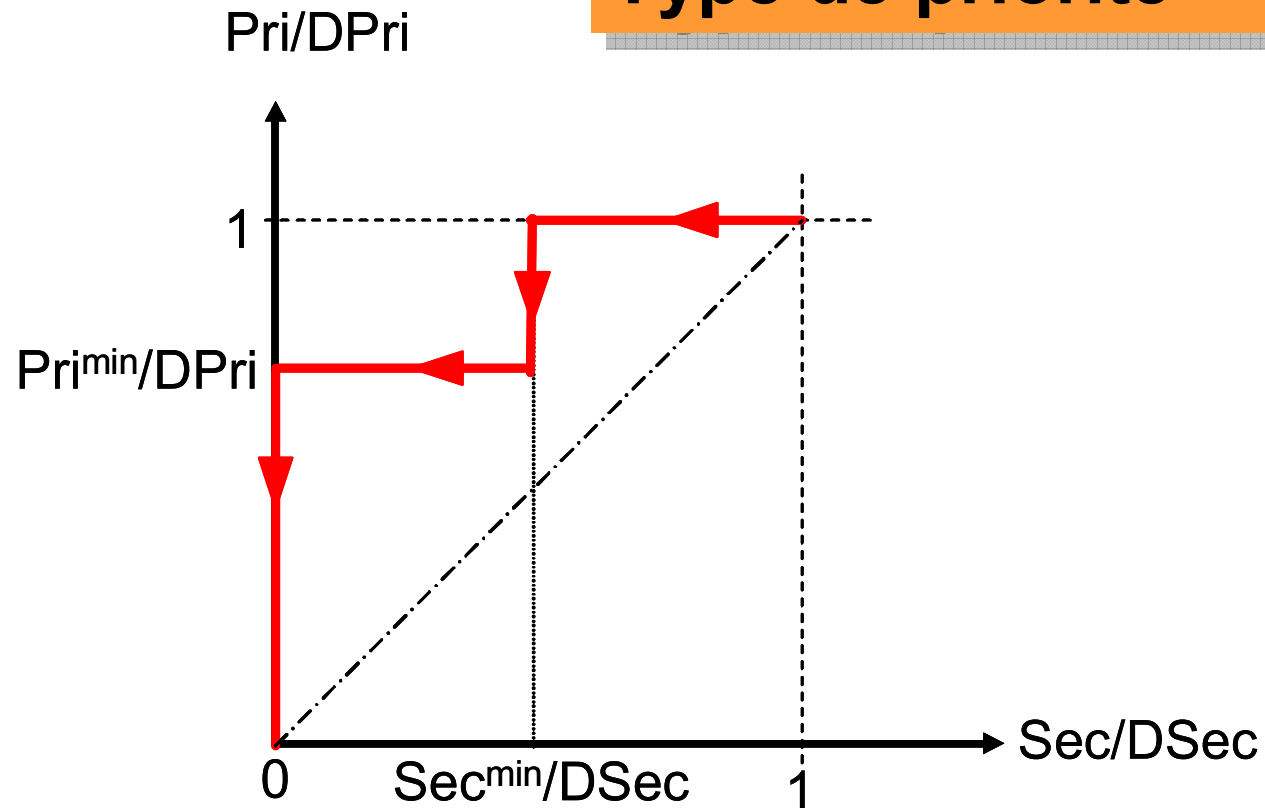
➤ Règles de stockage / déstockage

- ✓ Les niveaux de stocks seuils sont paramétrables de manière mensuelle
- ✓ Des lois de stockage sont proposées pour répondre à des exigences particulières de sécurité d'approvisionnement
- ✓ Des lois de déstockage sont proposées pour les situations de crise (déficits, sur l'une ou l'autre des allocations)



Démarche

Modalités de gestion Type de priorité



Pri est l'allocation prioritaire

DPri est la demande en allocation prioritaire

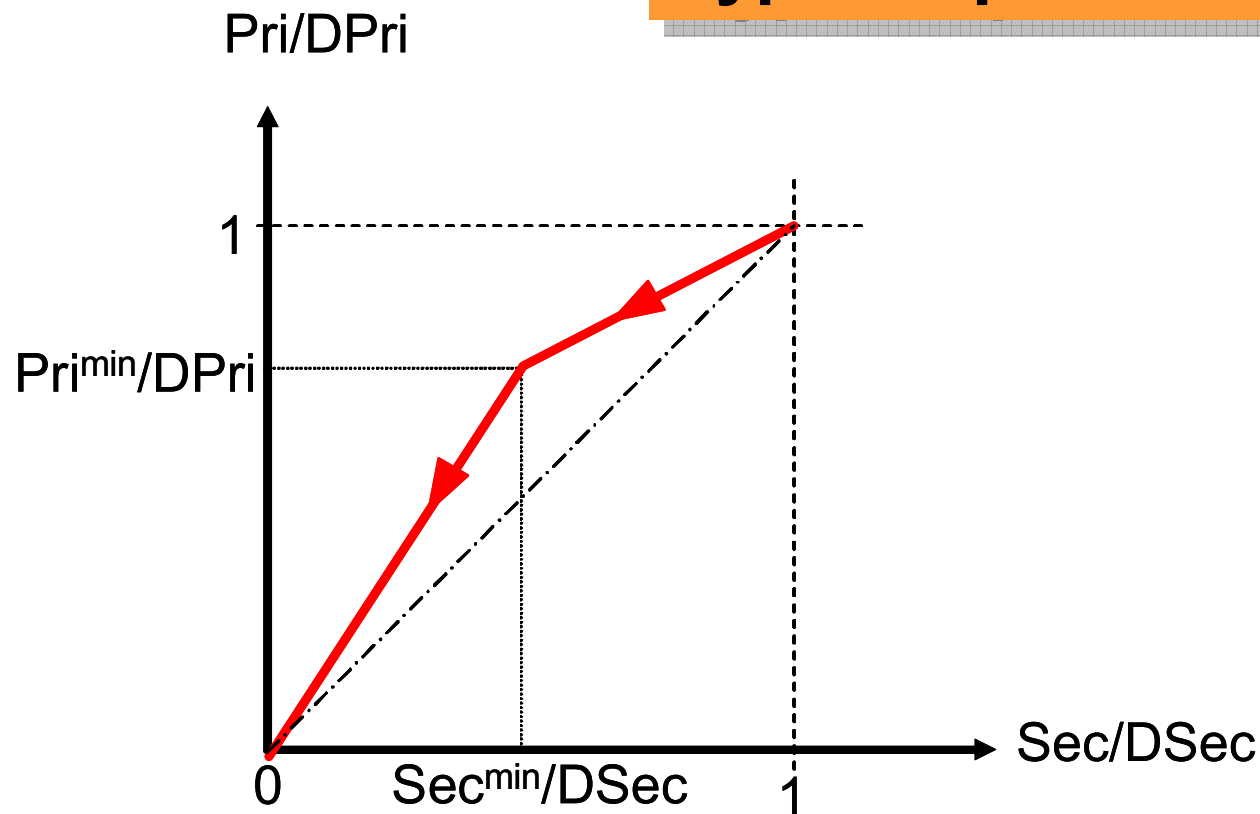
Sec est l'allocation secondaire

DSec est la demande en allocation secondaire



Démarche

Modalités de gestion Type de priorité



Pri est l'allocation prioritaire

DPri est la demande en allocation prioritaire

Sec est l'allocation secondaire

DSec est la demande en allocation secondaire

Pri est l'allocation prioritaire

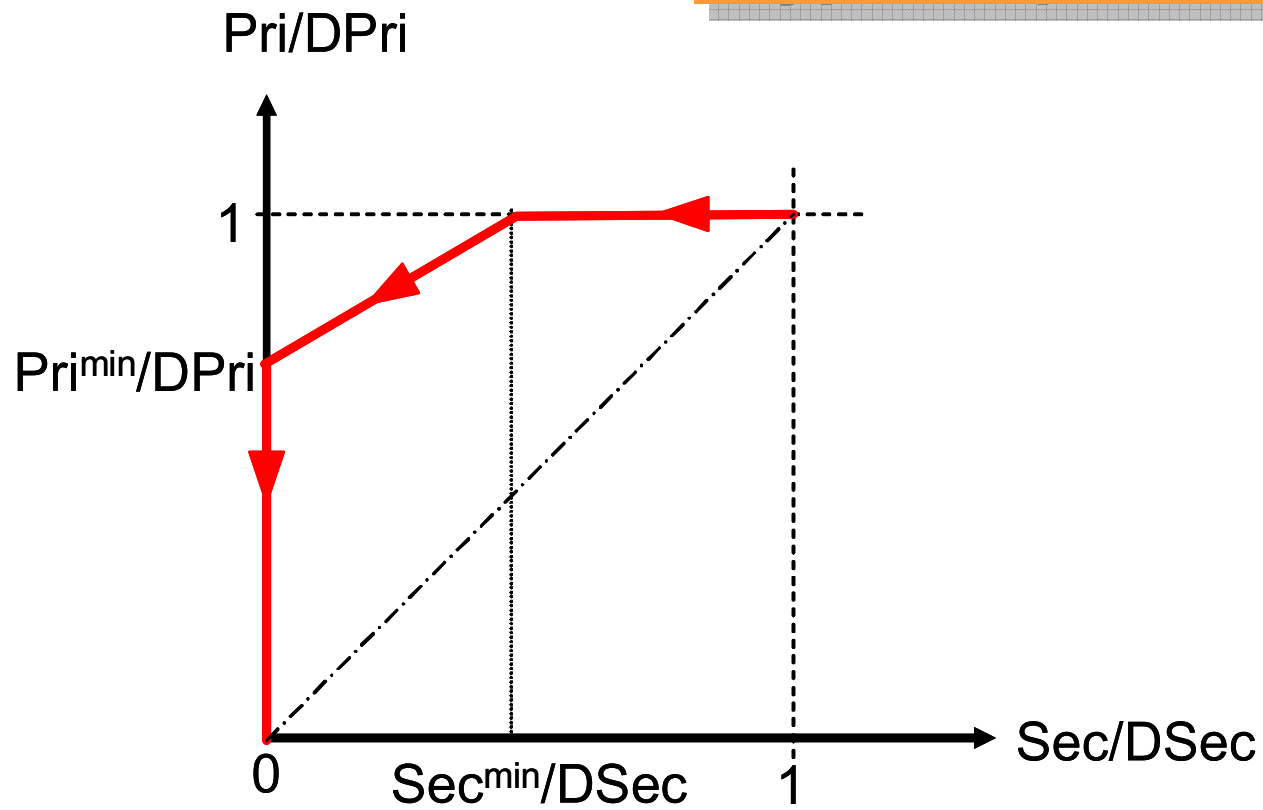
Marrakech, le 23/05/05





Démarche

Modalités de gestion Type de priorité



Pri est l'allocation prioritaire

DPri est la demande en allocation prioritaire

Sec est l'allocation secondaire

DSec est la demande en allocation secondaire

Pri est l'allocation prioritaire

Marrakech, le 23/05/05



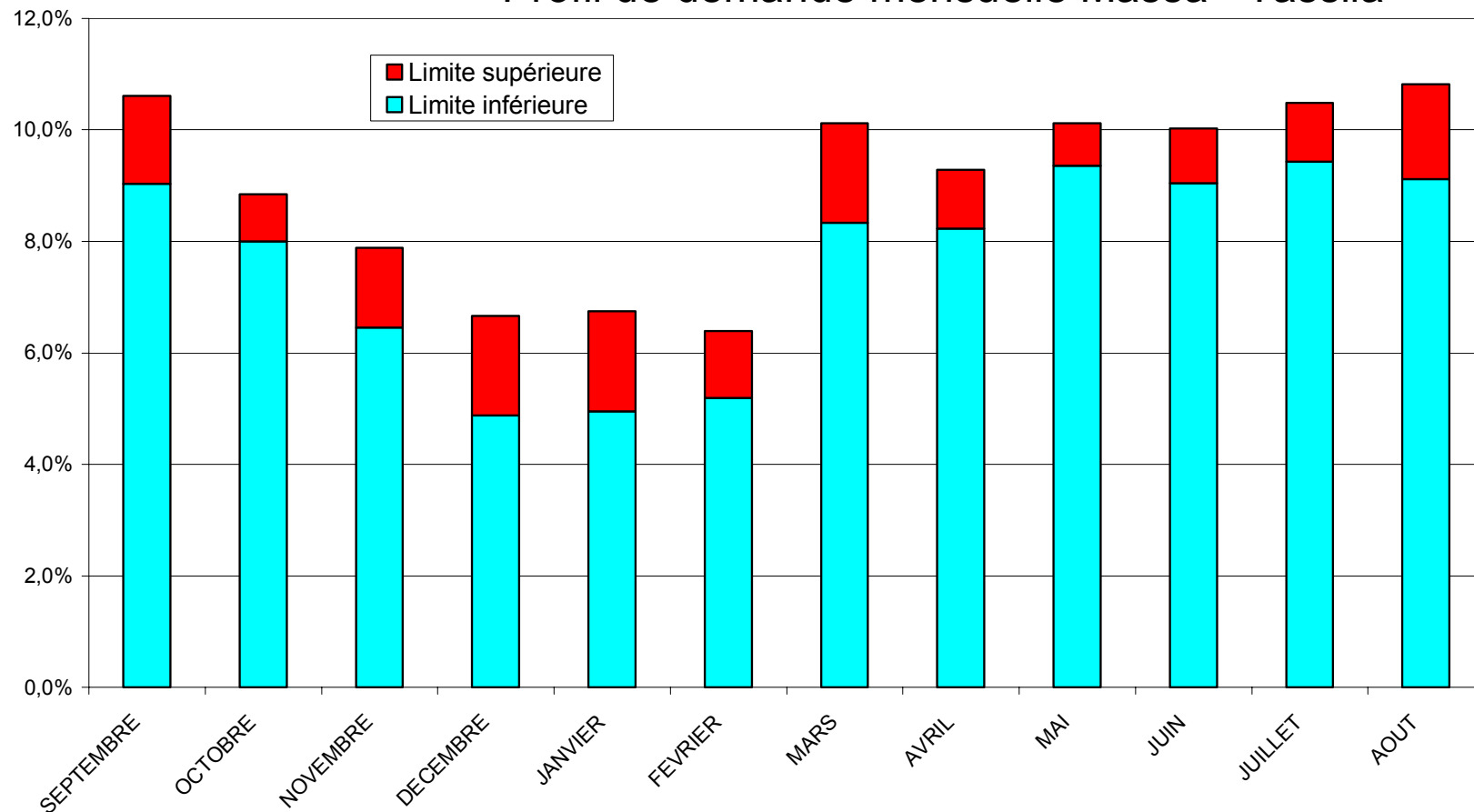


Démarche

Modalités de gestion Profils demande en eau

⇒ Exemple: Youssef Ben Tachfine

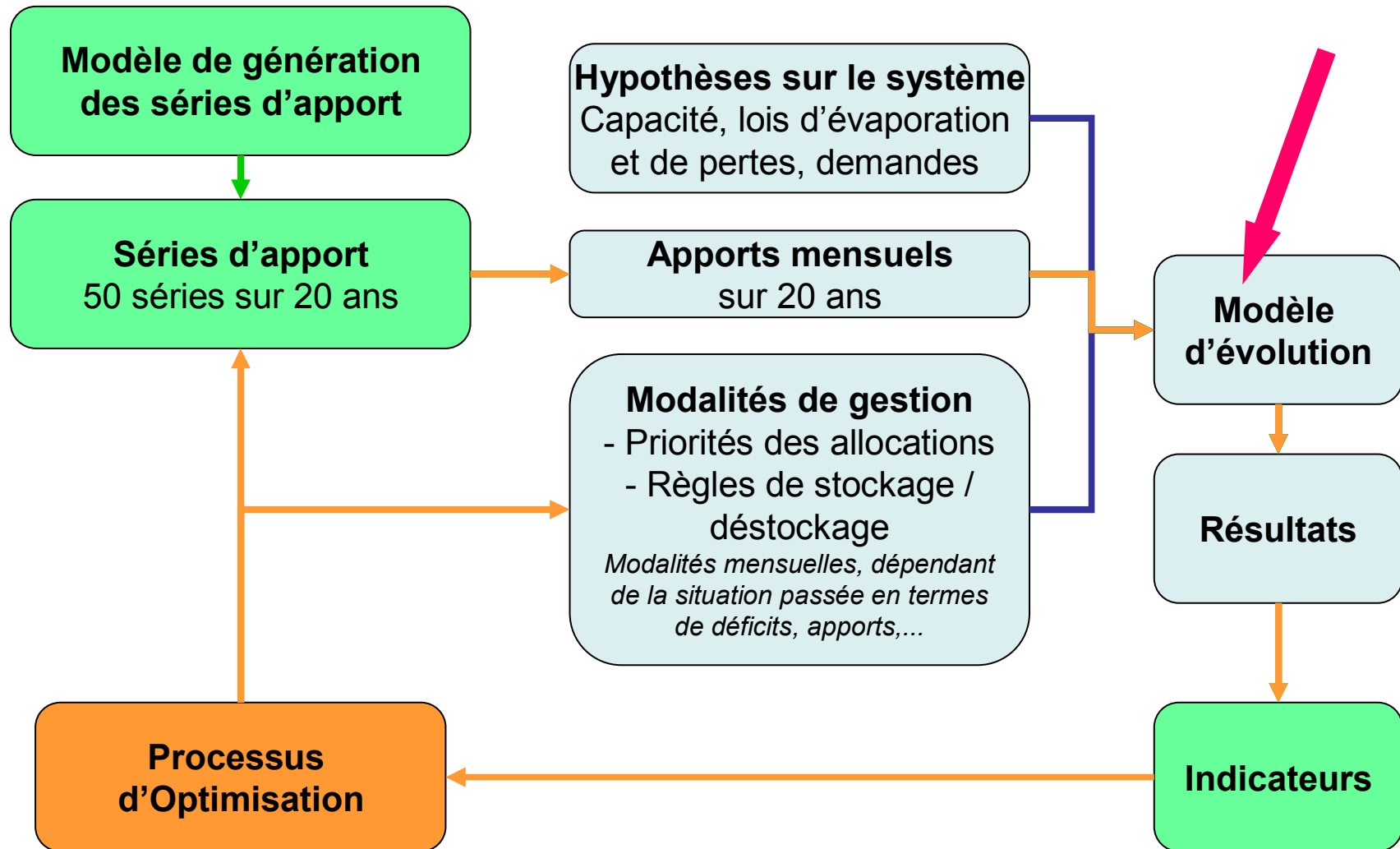
Profil de demande mensuelle Massa +Tassila





Démarche

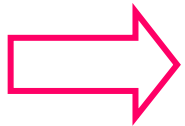
Optimisation de la gestion de systèmes d'eau de surface



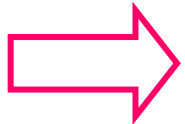


Démarche

Modèle d'évolution



➤ Equations de continuité du barrage



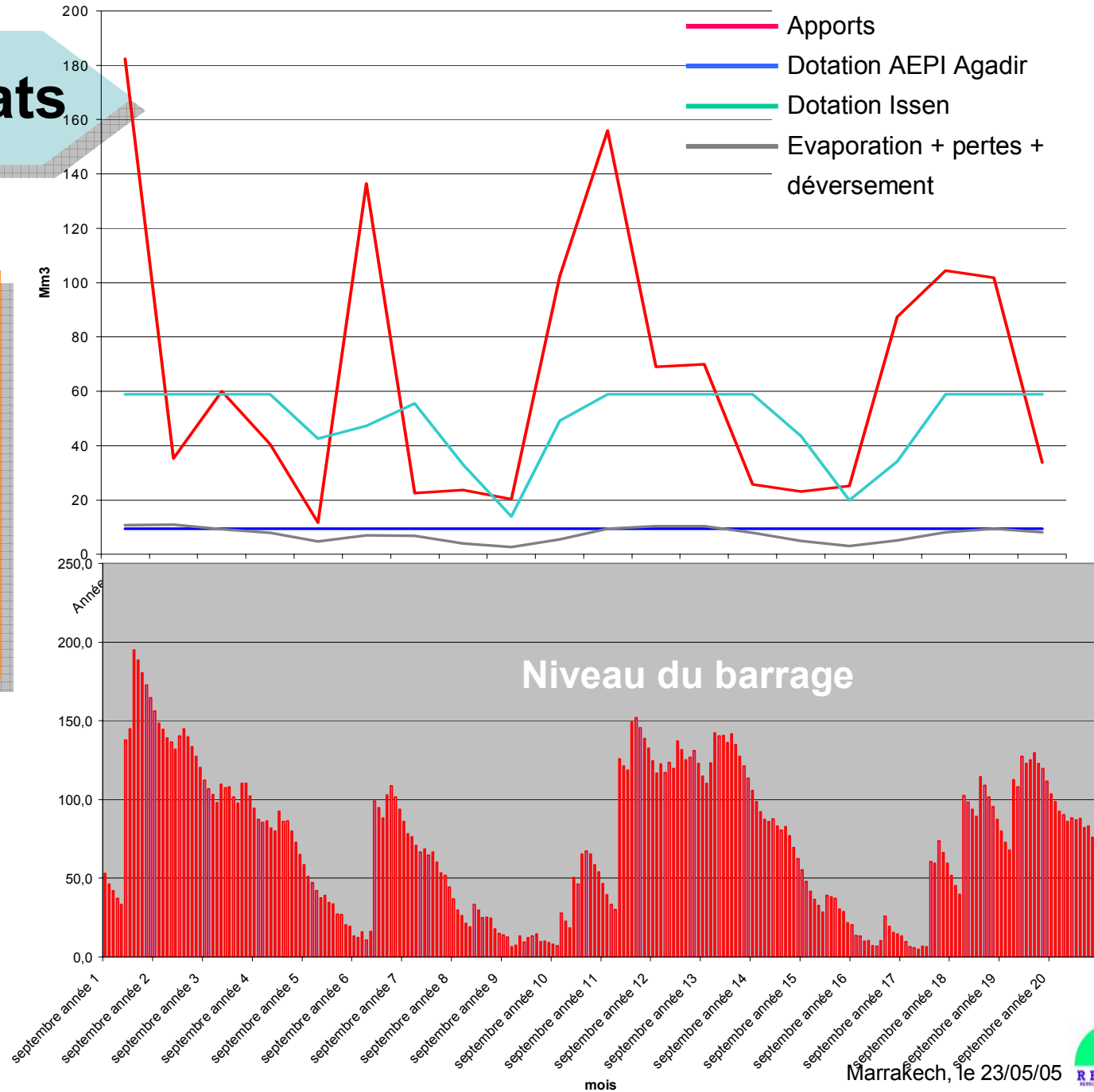
➤ Sur un pas mensuel



Résultats

Barrage Abdelm- oumen

Série 7

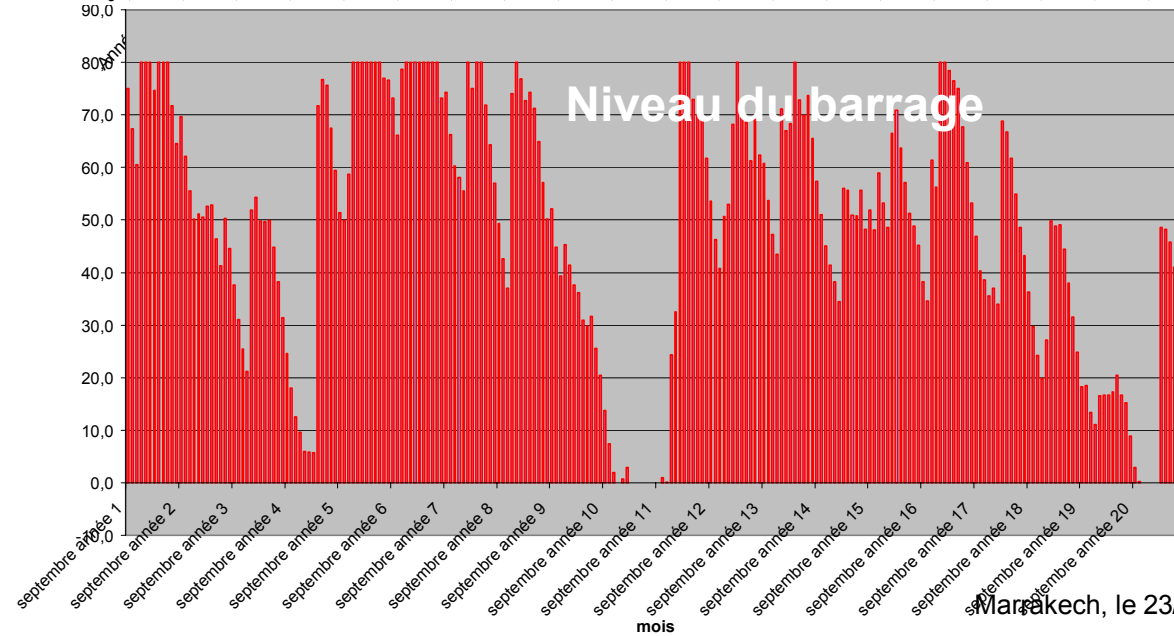
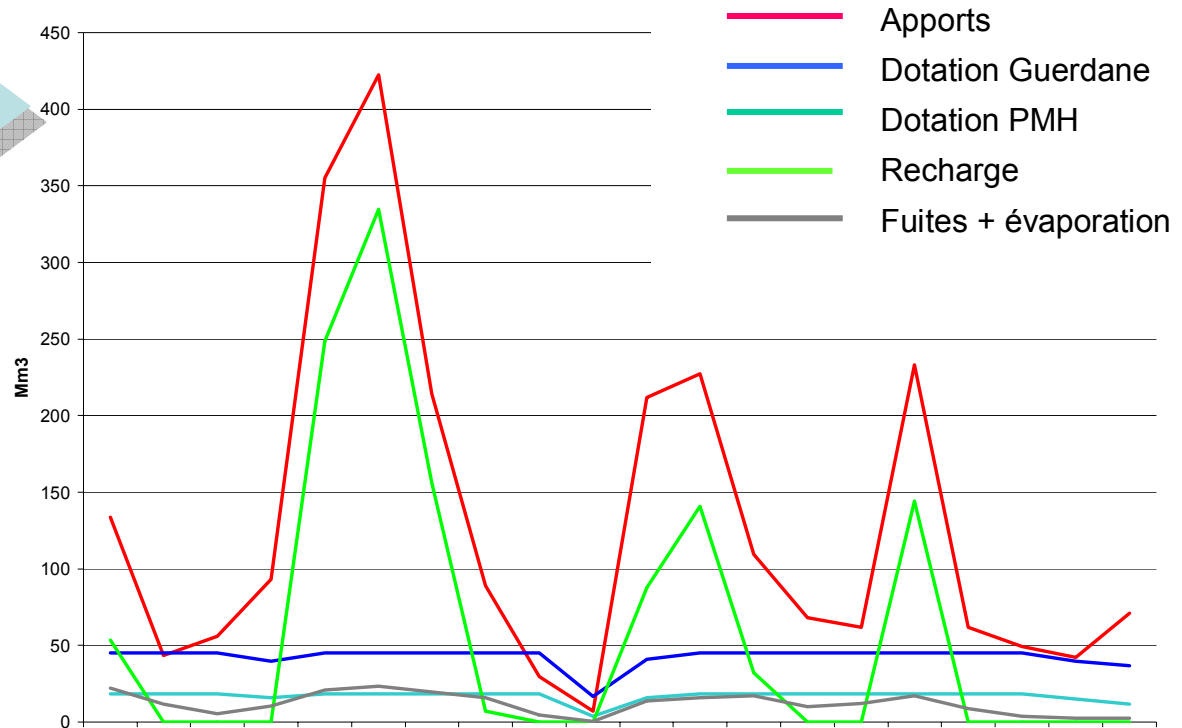




Résultats

Barrage Aoulouz

Série 32



Marrakech, le 23/05/05





L'outil: logiciel et interfaces

Paramétrage :

- Définition système
- Hypothèses sur la retenue
- Hypothèses sur la ou les demandes
- Hypothèses sur les lois de priorités
- Hypothèses sur les apports
- Hypothèses sur les lois de gestion

Résultats :

- Sur les 50 séries
- Sur la série N°...

Hypothèses sur la retenue (Loi de pertes)

*Veillez rentrer les caractéristique de
Loi de pertes du barrage Aoulouz*

Loi de pertes en fonction du stock :

Valeur de la constante :

Valeur de (a) :

Valeur de (b) :

Valeur de (c) :

Hypothèses sur les lois de gestion (Prévisions d'apport du mois courant)

Veillez rentrer les paramètres de la loi de gestion

Prévision d'apports :

En % des apports de référence En Mm3

pour le mois de septembre :

Les prévisions, sont-ils identiques pour les autres mois (En %) ?

	septembre	octobre	novembre	c
Apport moyen de référence	0,4872	1285714286	7142857143]
Prévisions d'apports basés (en % de l'apport moyen de référence)	100%	100%	100%]
Apport de référence pour la prévisions d'apports	0,4872	1285714286	7142857143]



Résultats

Indicateurs de performance après optimisation

Aoulouz	Non optimisé	Système optimisé
Fuites (Mm3/an)	21,8	7,7
Recharge (Mm3/an)	102,3	63,7
Dotations (Mm3/an)	1,3	58,9
dont Guerdane (Mm3/an)		42,2
Risques de déficit	déficits permanents (système a été orienté "recharge" jusqu'à présent)	<ul style="list-style-type: none"> - déficit de 6,3% en moyenne - 1 mois partiellement déficitaire tous les 12 mois - 1 mois 100% déficitaire tous les 72 mois

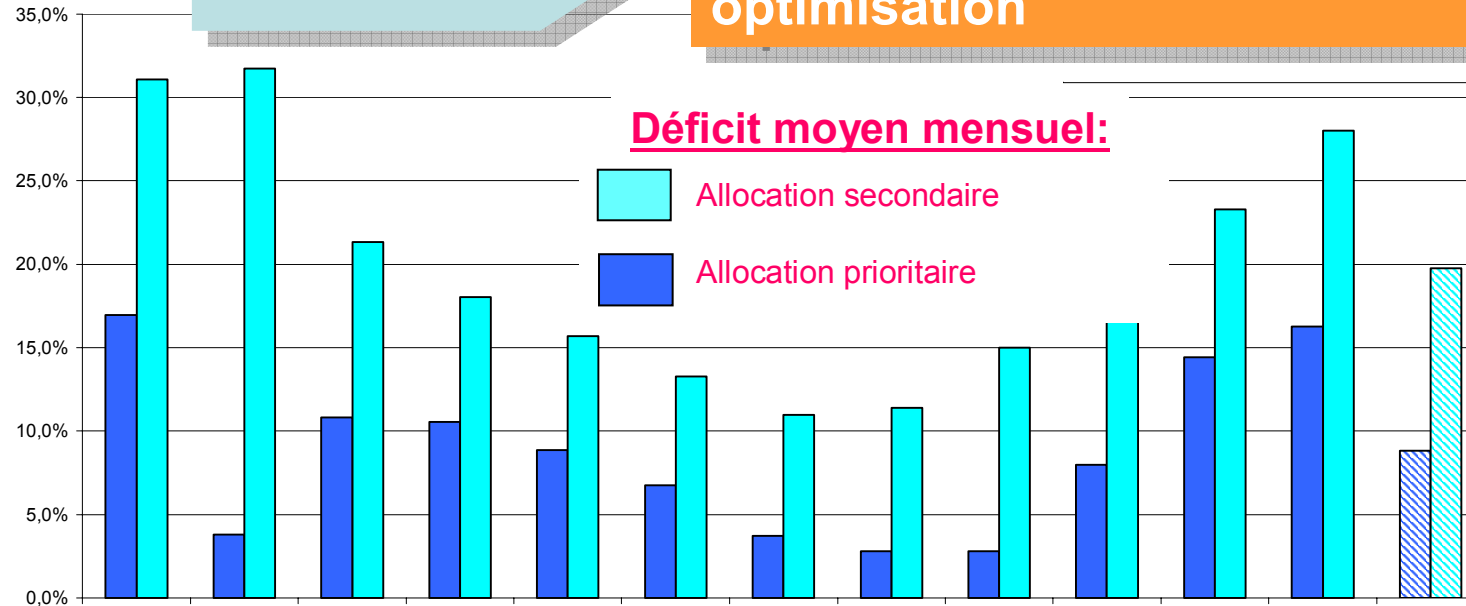
Abdelmoumen	Non optimisé	Déficit (%)	Optimisé	
Apports	65,02		65,02	
Dotation AEPI AGADIR	8,66	8,8%	9,44	0,7%
Dotation ISSEN	47,08	20,2%	44,59	24,4%
Recharge	4,24		4,49	
Fuites	0,37		0,41	
Evaporation	5,86		6,76	
Différence de stock	0,38		0,91	



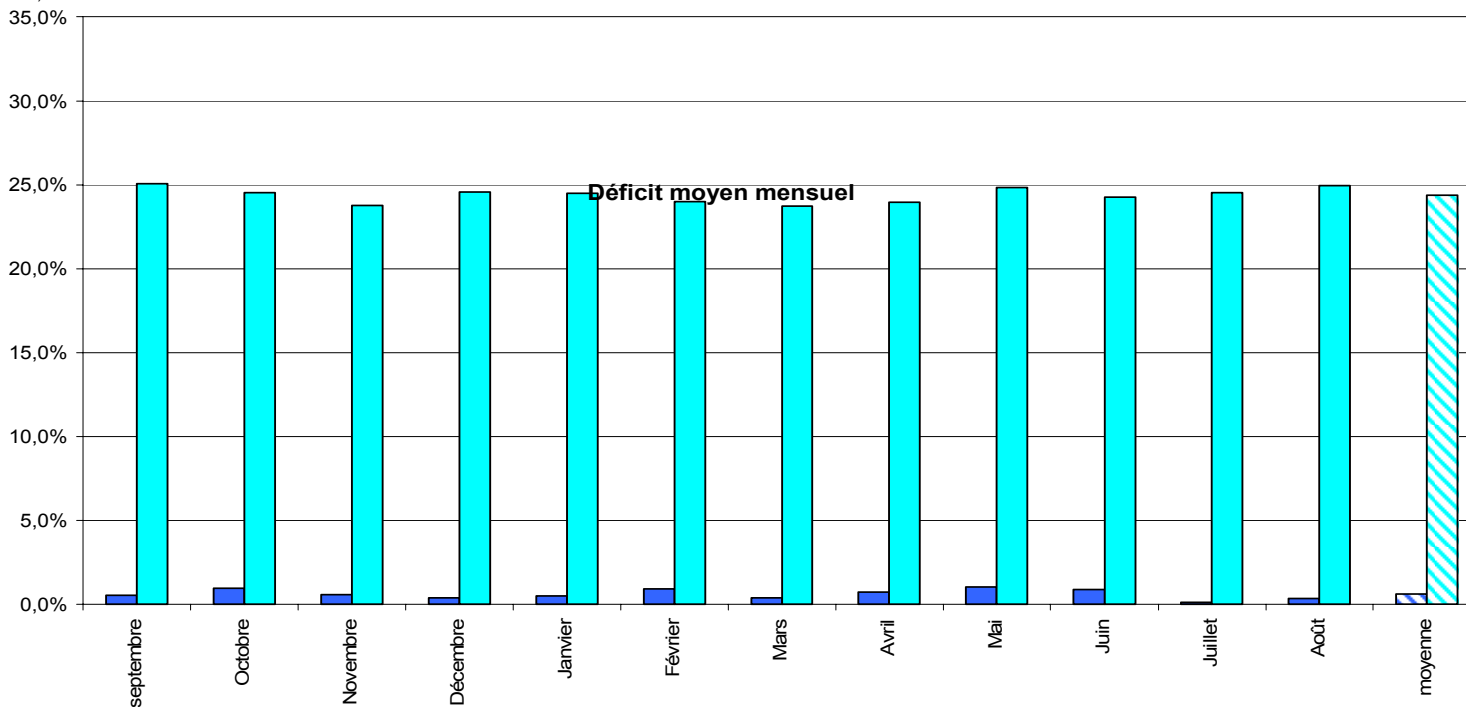
Résultats

Abdelmoumen avant et après optimisation

Avant



Après

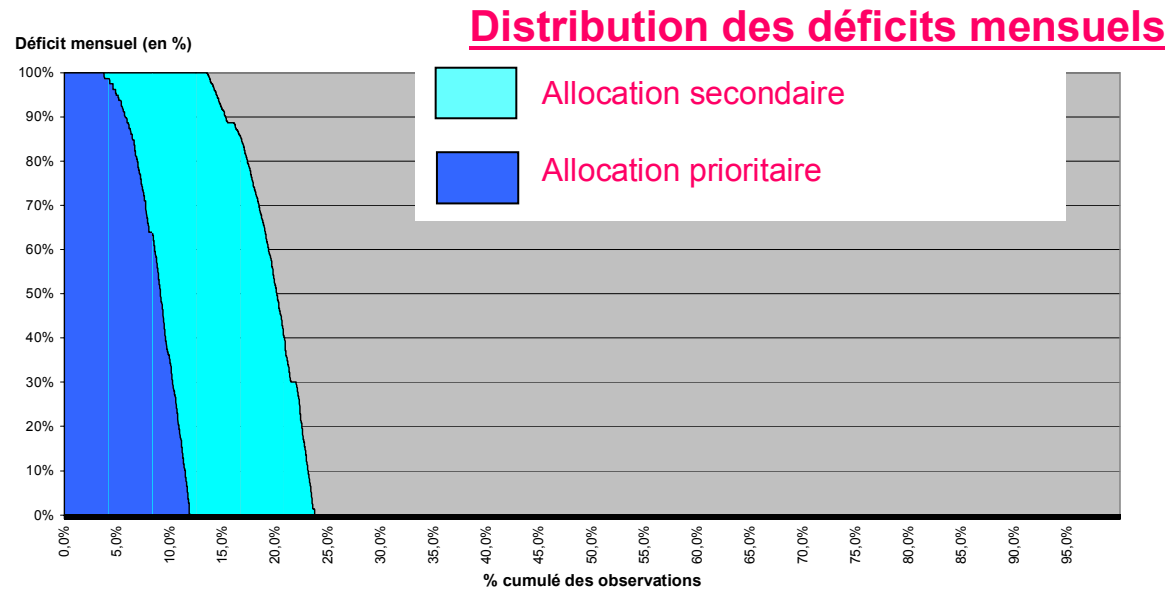




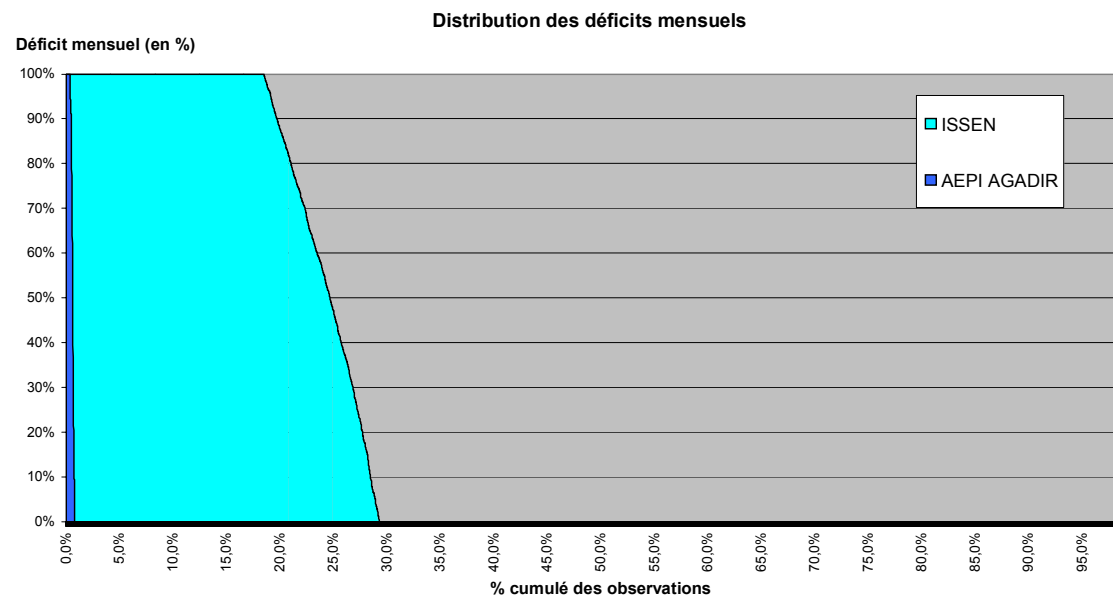
Résultats

Abdelmoumen avant et après optimisation

Avant



Après



Marrakech, le 23/05/05



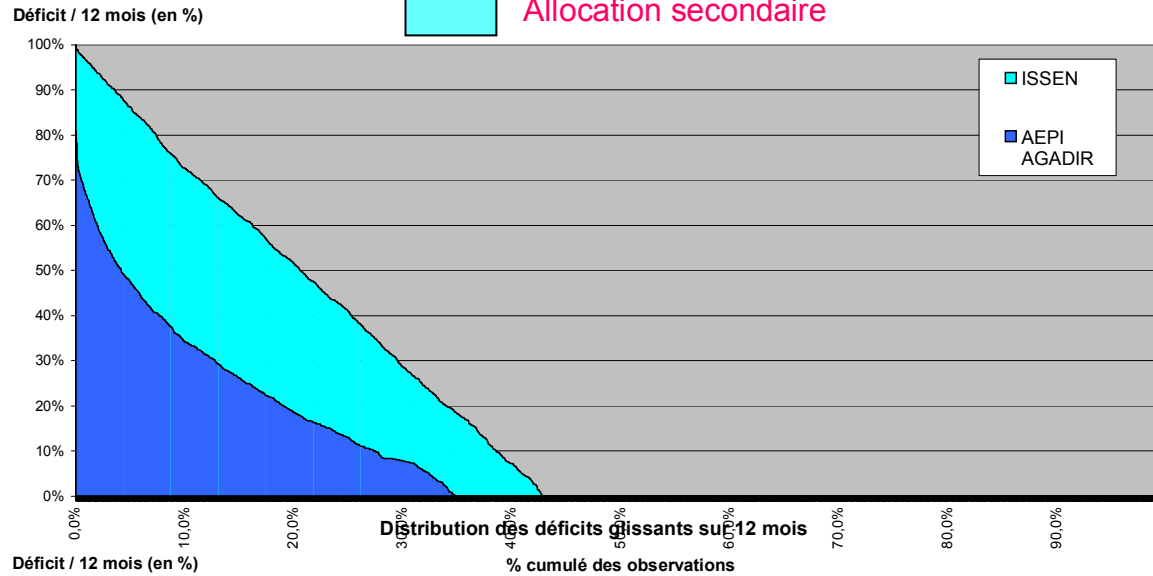
Résultats

Abdelmoumen avant et après optimisation

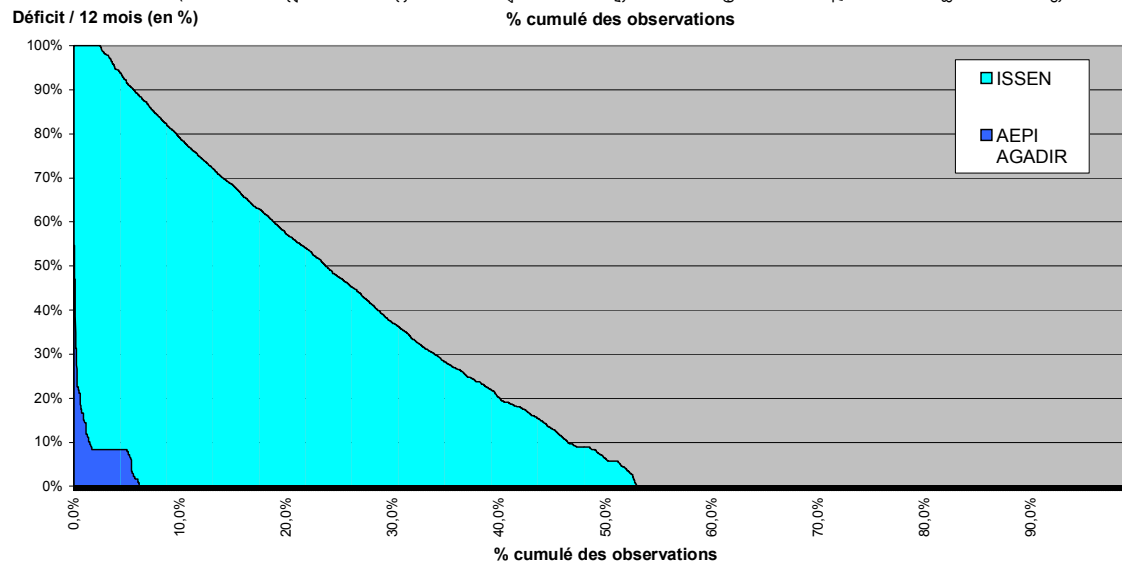
Avant

Distribution des déficits glissant sur 12 mois

Distribution des déficits glissants sur 12 mois
Allocation secondaire



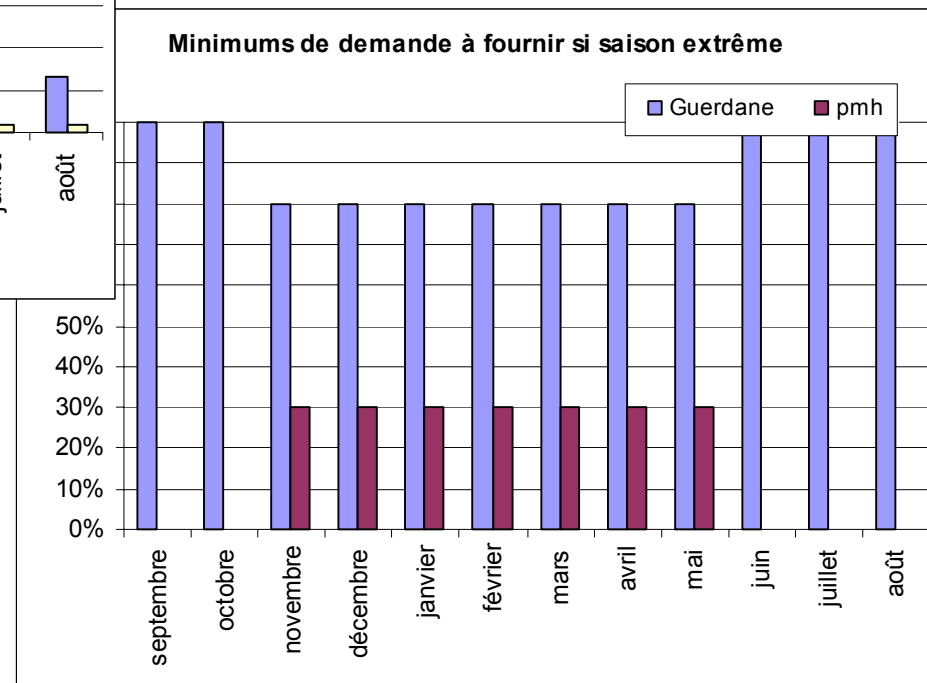
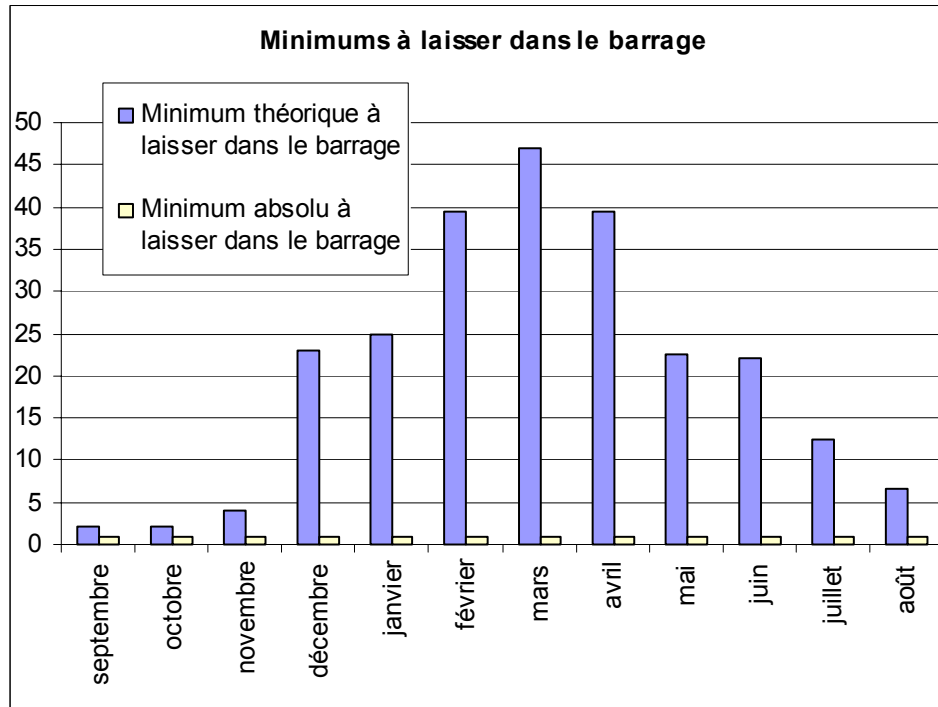
Après





Résultats

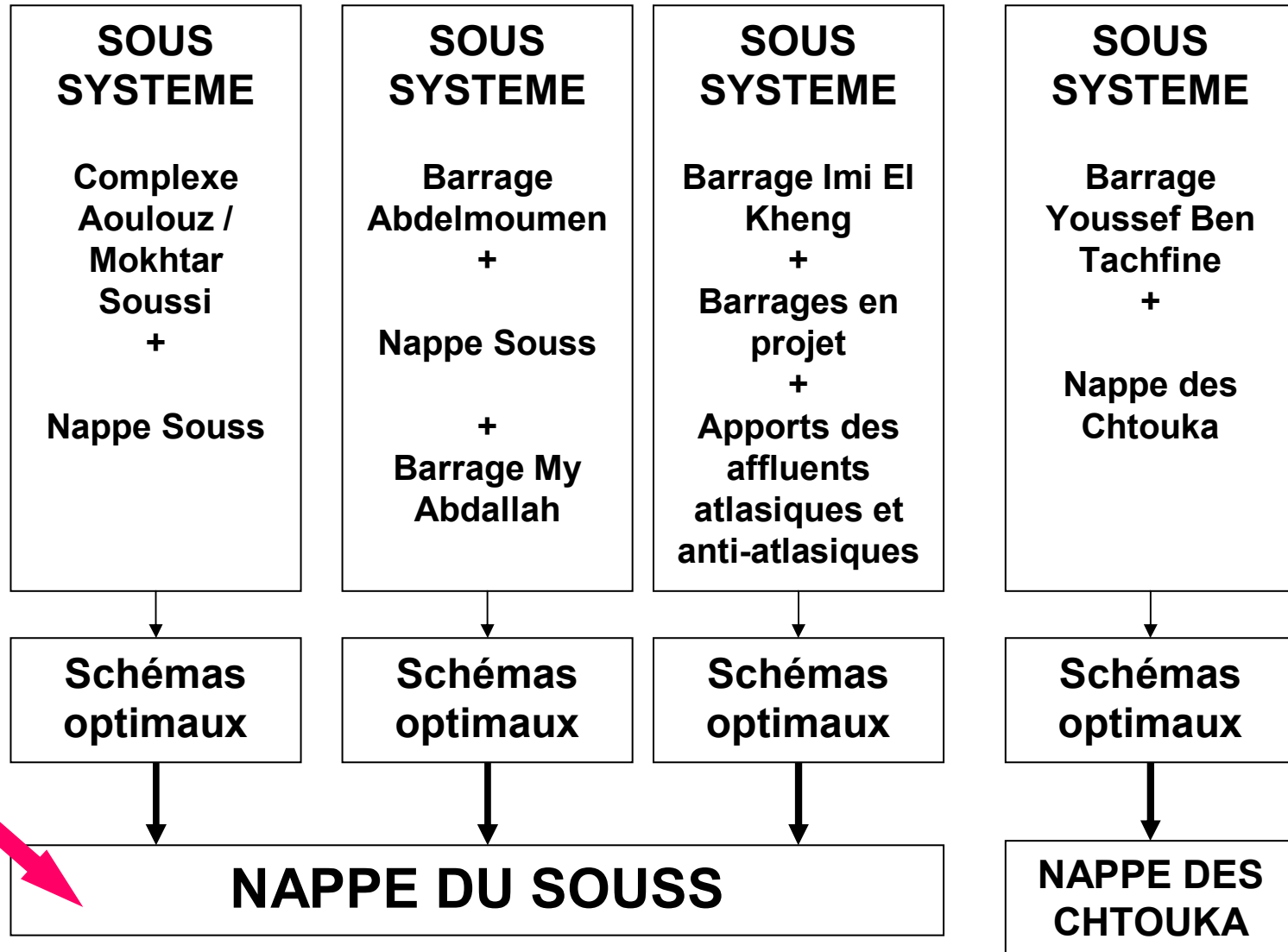
Consignes de gestion Cas d'Aoulouz





Démarche

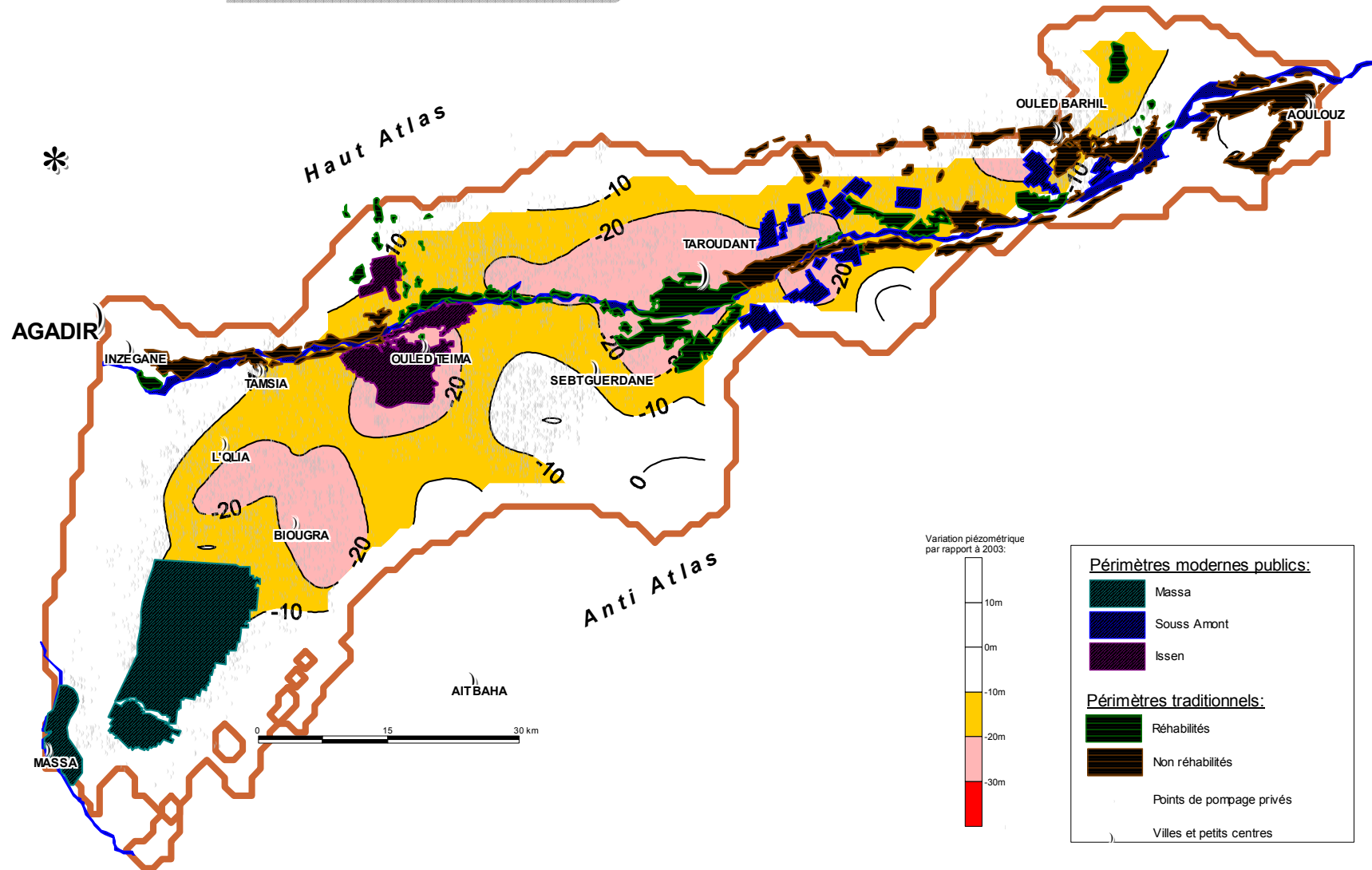
Décomposition du problème en sous systèmes ressources en eau





Résultats

Couplage optimisation / modèle de nappe





En conclusion

-La modélisation et l'optimisation proposées sont des outils d'aide à la décision qui permettent au gestionnaire de :

Mesurer les risques réels encourus dans la gestion quotidienne de la ressource et la satisfaction des allocations;

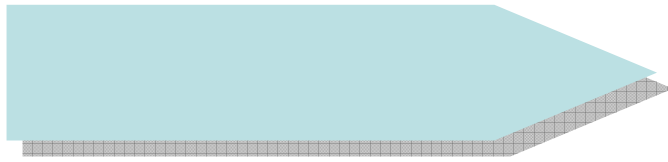
Améliorer les lois de gestion qui sont dans beaucoup de cas largement empiriques

-Bien entendu, la modélisation possède des limites:

Les hypothèses sur les paramètres nécessitent un travail approfondi, notamment des mesures sur le terrain

Les lois de gestion restent des lois simplifiées d'une réalité complexe

-Cependant, les modèles d'optimisation ont l'avantage de mettre en évidence des gisements réels en termes d'efficacité des allocations.



Merci de votre attention

m.aboufirass@resing.ma
Info.resing@resing.ma