

AGECCAO

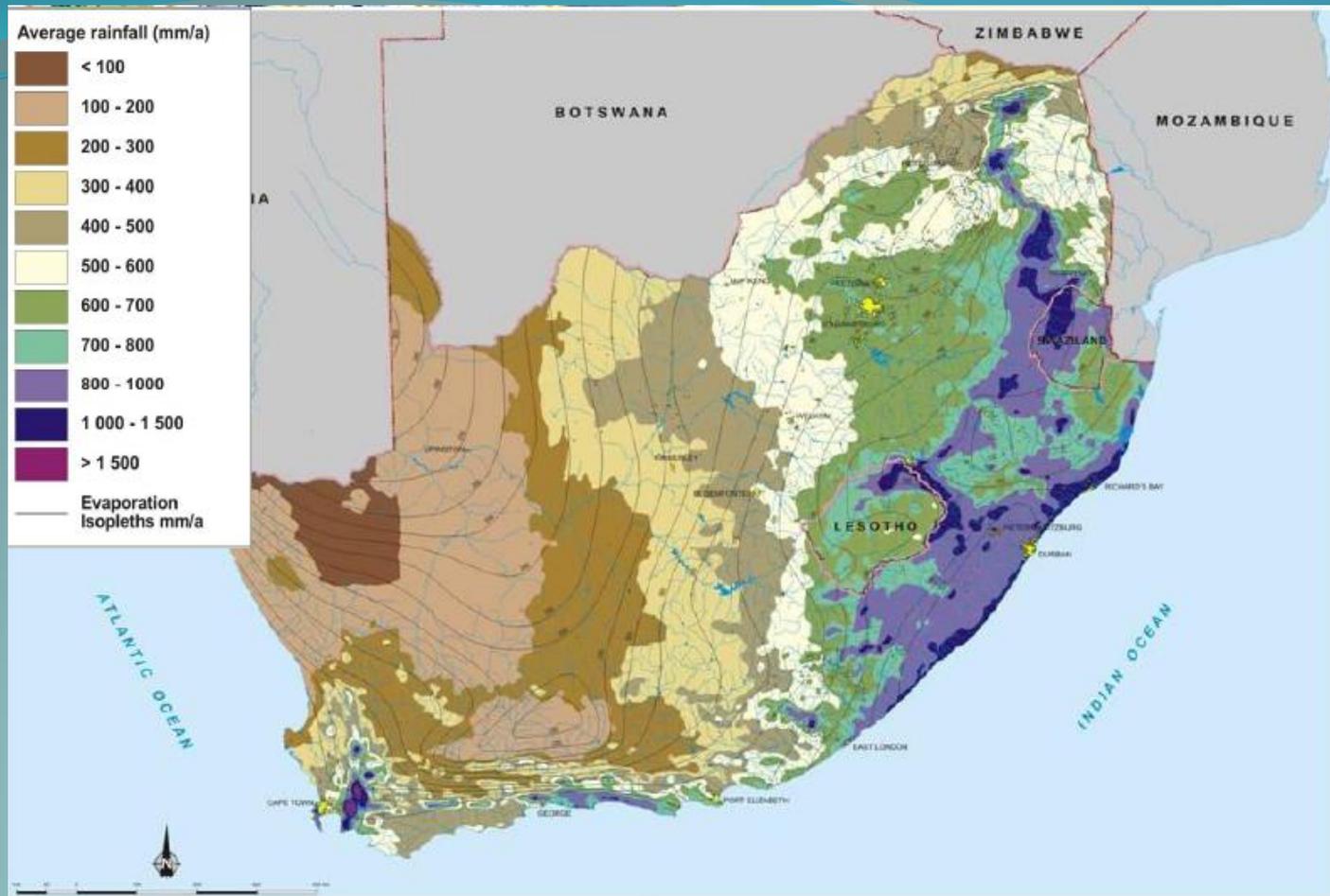
*Adaptation de l'agriculture et de la gestion de l'eau
au changement climatique en Afrique du Sud
(CIRED, LMD, LOCEAN, SISYPHE, PREG CECO)*

NASSOPOULOS Hypatia PREG CECO
nassopoulos@centre-cired.fr

Objectifs d'AGECCAO

- Evaluation des coûts et bénéfices de l'adaptation au CC en Afrique du Sud
 - Agriculture
 - Eau
- Adaptation de l'Agriculture
- Valorisation économique
- Gestion de l'eau

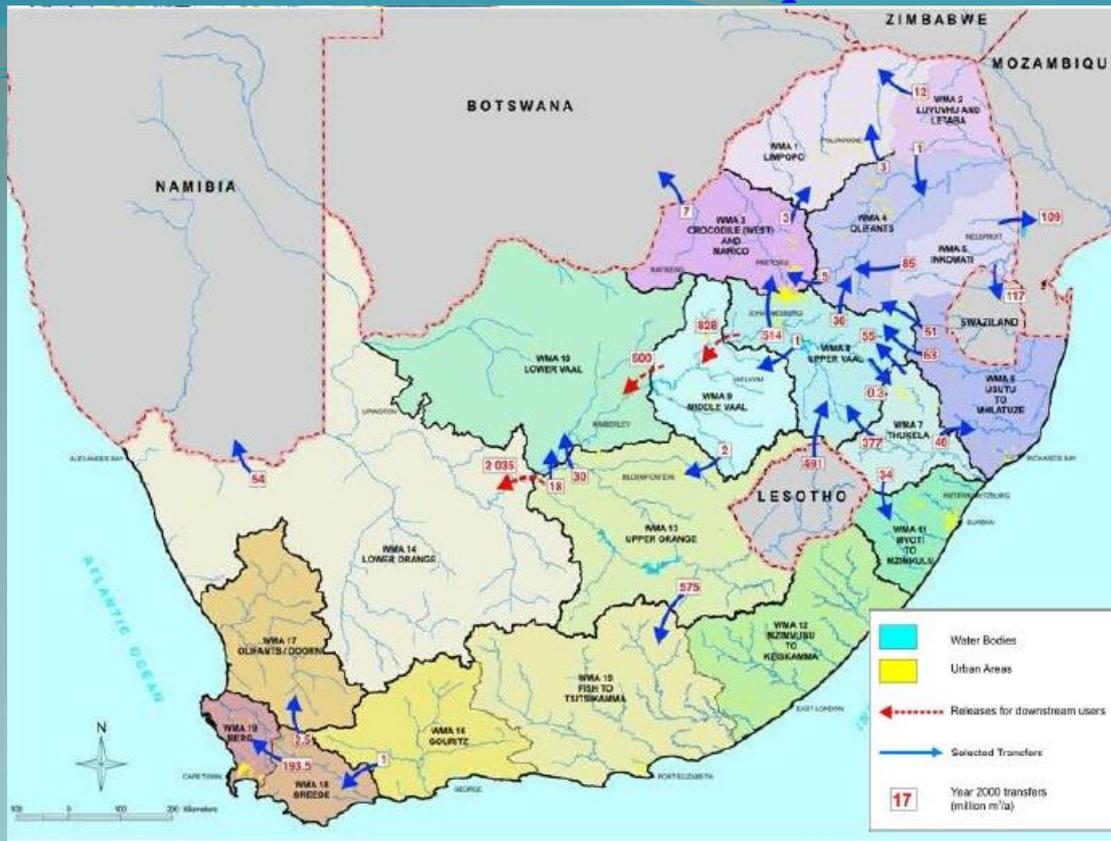
Profile hydro-climatique de l'Afrique du Sud



(van den Berg, 2009)

- Région majoritairement semi-aride
 - Ouest: désertique
 - Côte Est: sub-humide
- Précipitation moyenne 450 mm/ an
- Débit des rivières 49000 million de m³/ an (40% Limpopo, Inkomati, Pongola, Orange rivières)
- Distribution irrégulière à travers le pays

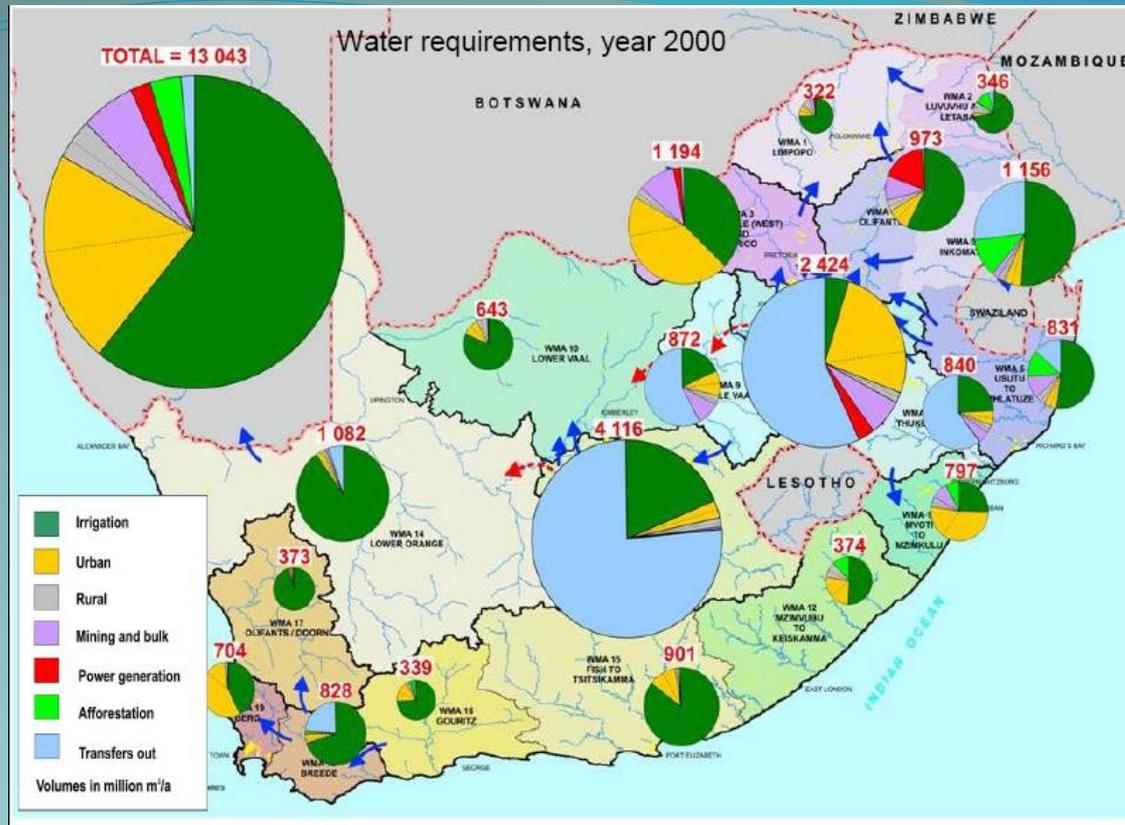
Ressources en eau en Afrique du Sud



(van den Berg, 2009)

- Water Act 1998
- 19 « Water Management Areas »
- Développement des ressources en surface
- Degré d'exploitation très élevé au Nord
- Zones urbaines et industrielles ≠ Principaux cours d'eau
 - Crocodile West+Marico: max contribution au PIB est produite, min RMA
 - Mzimvubu to Keiskamma: min activité économique, max RMA
 - Demandes en eau >>> Eau disponible → Transferts

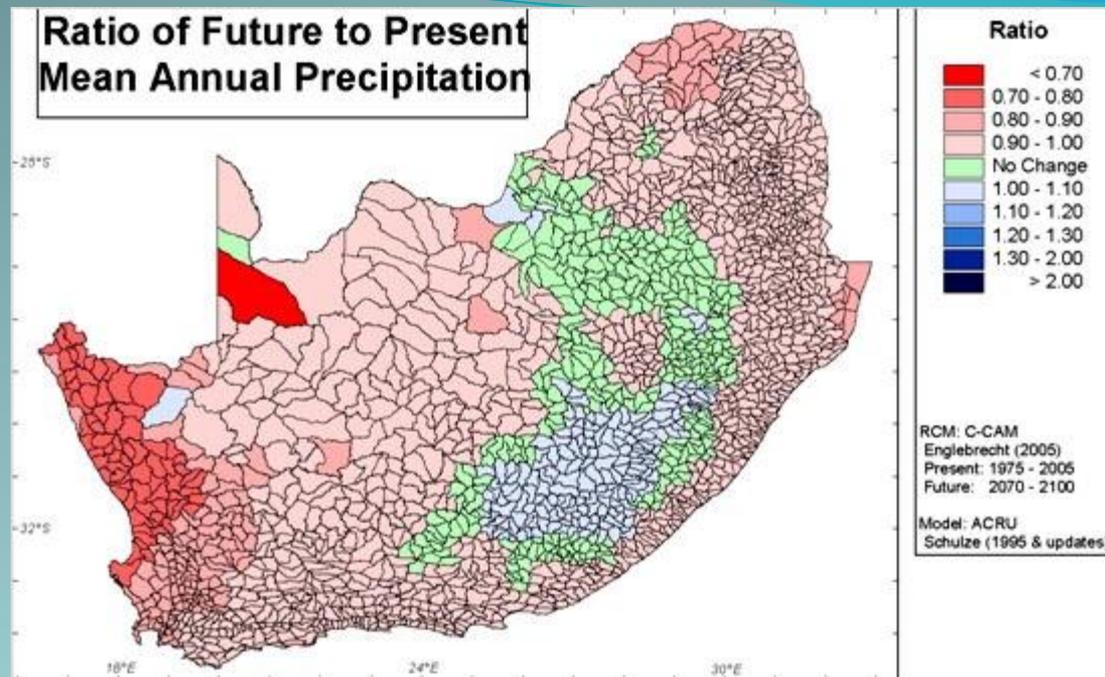
Demandes en eau en Afrique du Sud



(van den Berg, 2009)

- 62 % irrigation (Low Orange)
- 23% zone urbaine (Upper Vaal)
- 4% zone rurale (Upper Orange)
- 6% mines, industries (Upper Vaal)
- 2% énergie (Olifants)
- 3% boisement (Inkomati)

Changement Climatique en Afrique du Sud



(Schulze et al, 2005)

- « Objective: Offset South Africa's vulnerability to climate change. »
- « Intervention: Water resources management and contingency planning » (*Department of Environmental Affairs and Tourism, 2004*)
- « South Africa most at risk from water stress » (*Stern, 2006*).
- T: +1-3 °C , P: -5-10%
- Ruissellement: -10% 2015 (Western Cape), progression de O vers E en 2060 (Kiker, 2000)
 - Anticipation du CC
 - Intégration du CC dans le développement de stratégies au niveau des bassins versants

Déséquilibre offre-demande en eau: l'adaptation des règles opérationnelles des réservoirs réduire les impacts du CC?

ODDYCCEIA

- Modèle générique, intégration d'échelle globale+locale:
 - Couverture régionale-globale
 - Hétérogénéité spatiotemporelle de l'offre et de la demande en eau
 - Utilisation de données disponibles sur l'Afrique du Sud
 - Reconstruction des réseaux de réservoirs
 - Modélisation du fonctionnement coordonnées des réservoirs

- Méthodologie:
 - Reconstruction des réseaux de réservoirs (hydro1k)
 - Intersection des sous-bassins avec le ruissellement d'**ORCHIDEE**
 - Calcul de la demande en irrigation par **ORCHIDEE**
 - Reconstruction des liens réservoirs-demandes
 - Simulation/ Optimisation des règles d'opération coordonnées

Résolution 0.5 x 0.5

20^{ème} Siècle

i) 1958-2001 : Données de réanalyse ECMWF ERA-40 (3 hr), interpolation à la grille CRU et corrections pour :

- * Précipitation (GPCC v4)
- * 2m T & q (CRU)
- * radiation solaire descendante avec couverture nuageuse de CRU (avec une option pour les aérosols)
- * radiation solaire descendante –longue onde corrigée avec correction 2m T

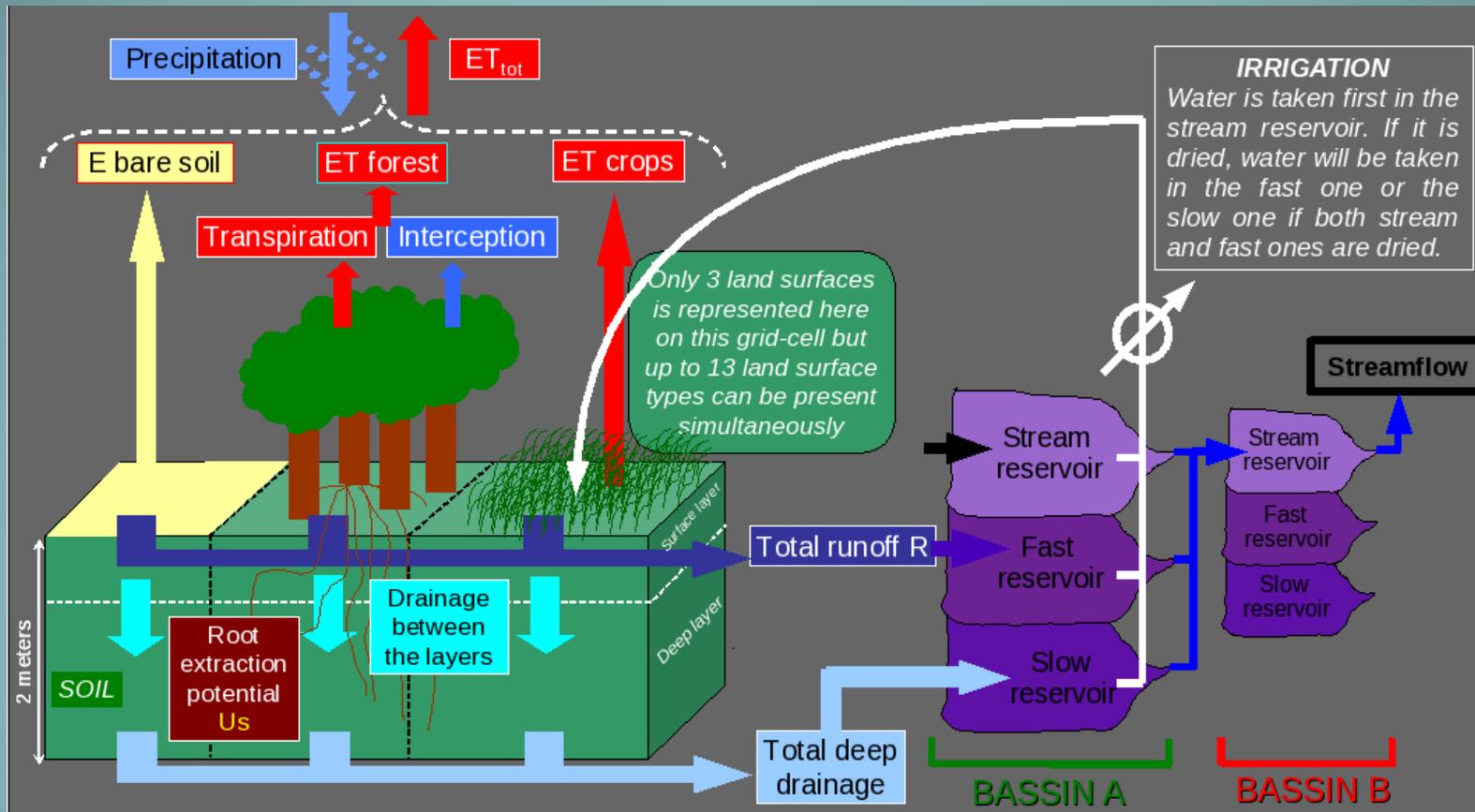
ii) 1900-1957 : données ERA-40 sont ré-mélangées et des corrections sont faites pour les années correspondantes:

- * Précipitation (CRU)
- * 2m T & q (CRU)
- * Flux Radiatifs corrigés avec les anomalies des données d'observations .

21^{ème} Siècle

IPCC A2 scenario :
IPSL - ECHAM - CNRM

Schema d'irrigation dans SECHIBA



(de Rosnay *et al.*, 2003 et Guimberteau *et al.*, 2011)

Schema d'Irrigation dans SECHIBA

Demande en irrigation Ir_{pot} calculée pour chaque point de grille :

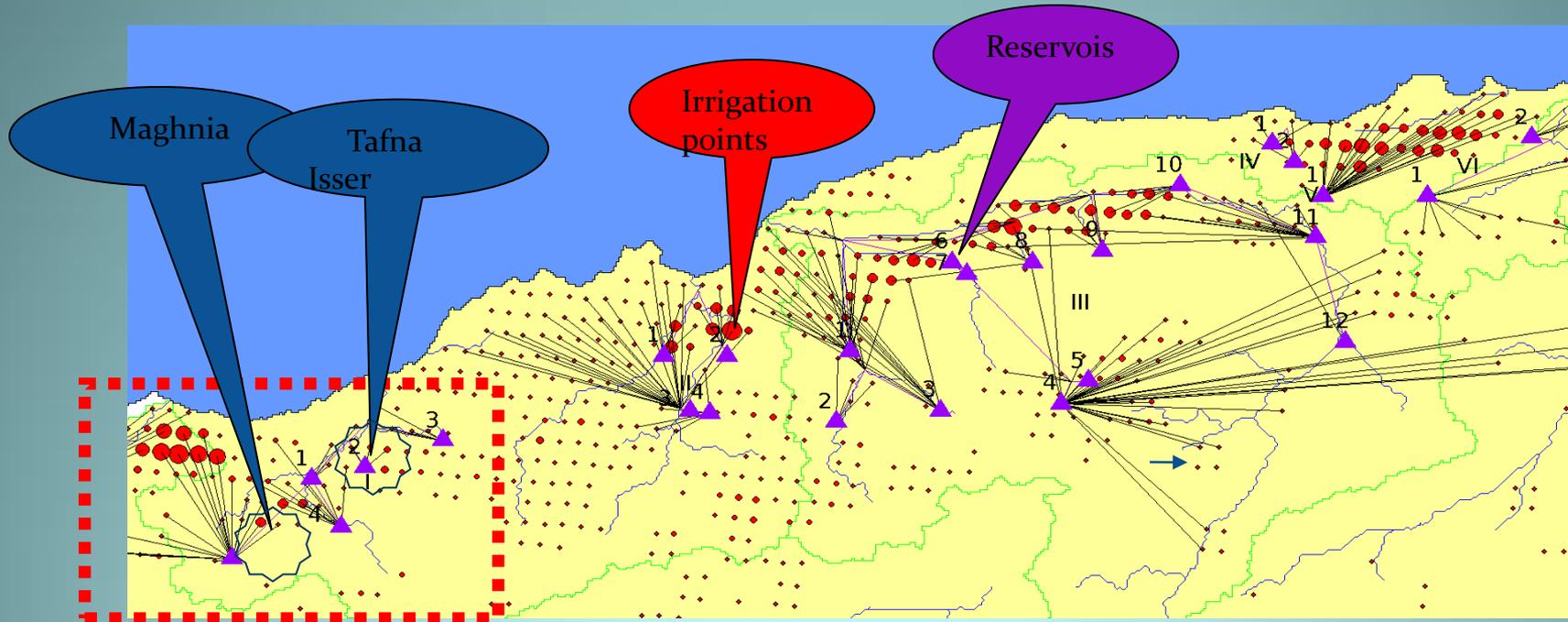
$$Ir_{pot} = \text{Irrigated Surface} * (\text{Potential Transpiration} - \text{Infiltration})$$

Demande en Irrigation Ir correspond à la quantité d'eau extraite des réservoirs and utilisée pour irriguer:

$$Ir = \text{Min} (Ir_{pot} , \text{Water available})$$

Reconstruction des liens réservoirs-demandes

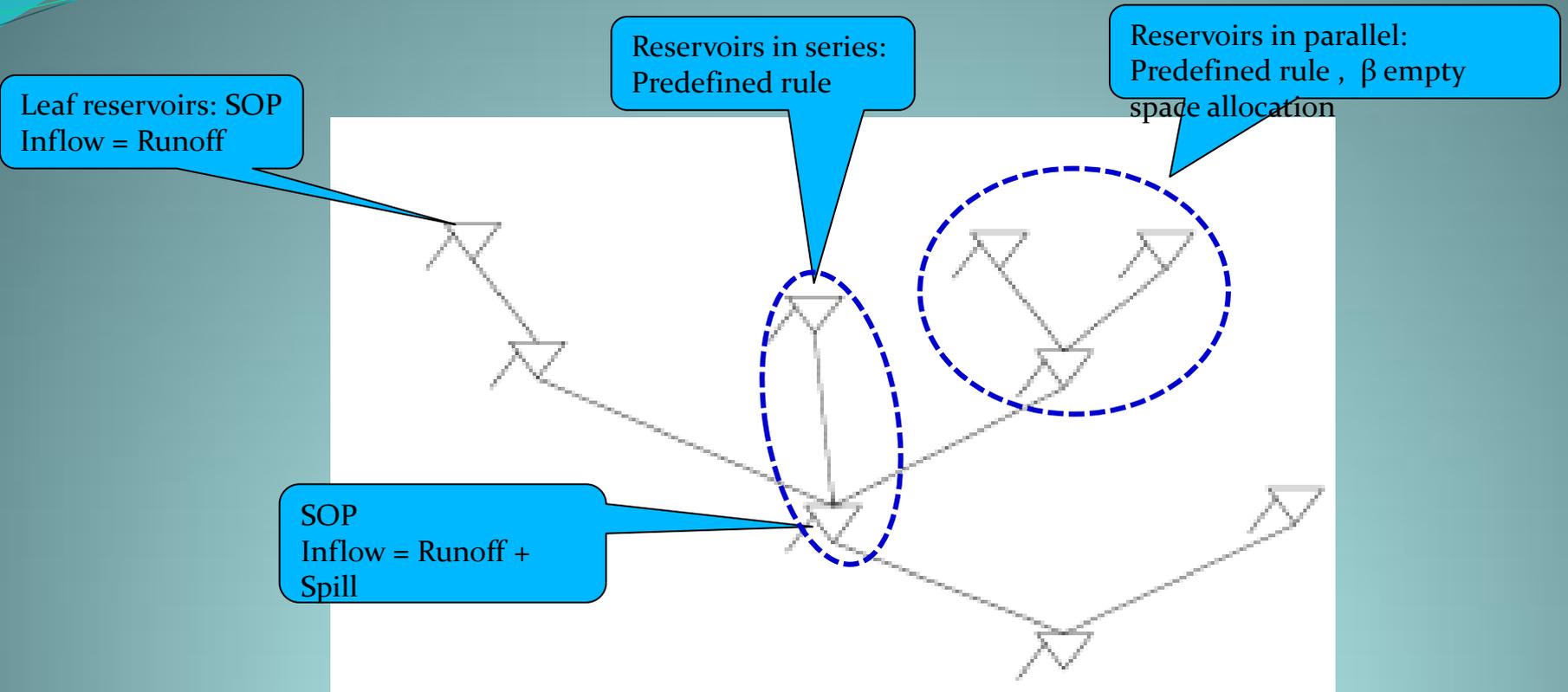
Réseaux de réservoirs (I): Souani (1), Meffrouch (2), Sidi Abdelli (3), Beni Bahdel (4)



(Nassopoulos *et al.*, 2012 in process)

- Liens potentiels définis sur la base de pénalisation de mouvements non gravitaires
- Evaluation de l'équilibre Offre-Demande et minimisation du coût total des liens pour le choix des réseaux finaux

Simulation/ Optimisation des règles d'opération coordonnées



➤ Satisfaction en priorité des demandes associées à chaque réservoir

(Nassopoulos *et al.*, 2012 in process)

➤ Réservoirs en série: Règles prédéfinies

➤ Réservoirs en parallèle : règle paramétrique

➤ Maximisation de la fiabilité

➤ Agrégation / Désagrégation

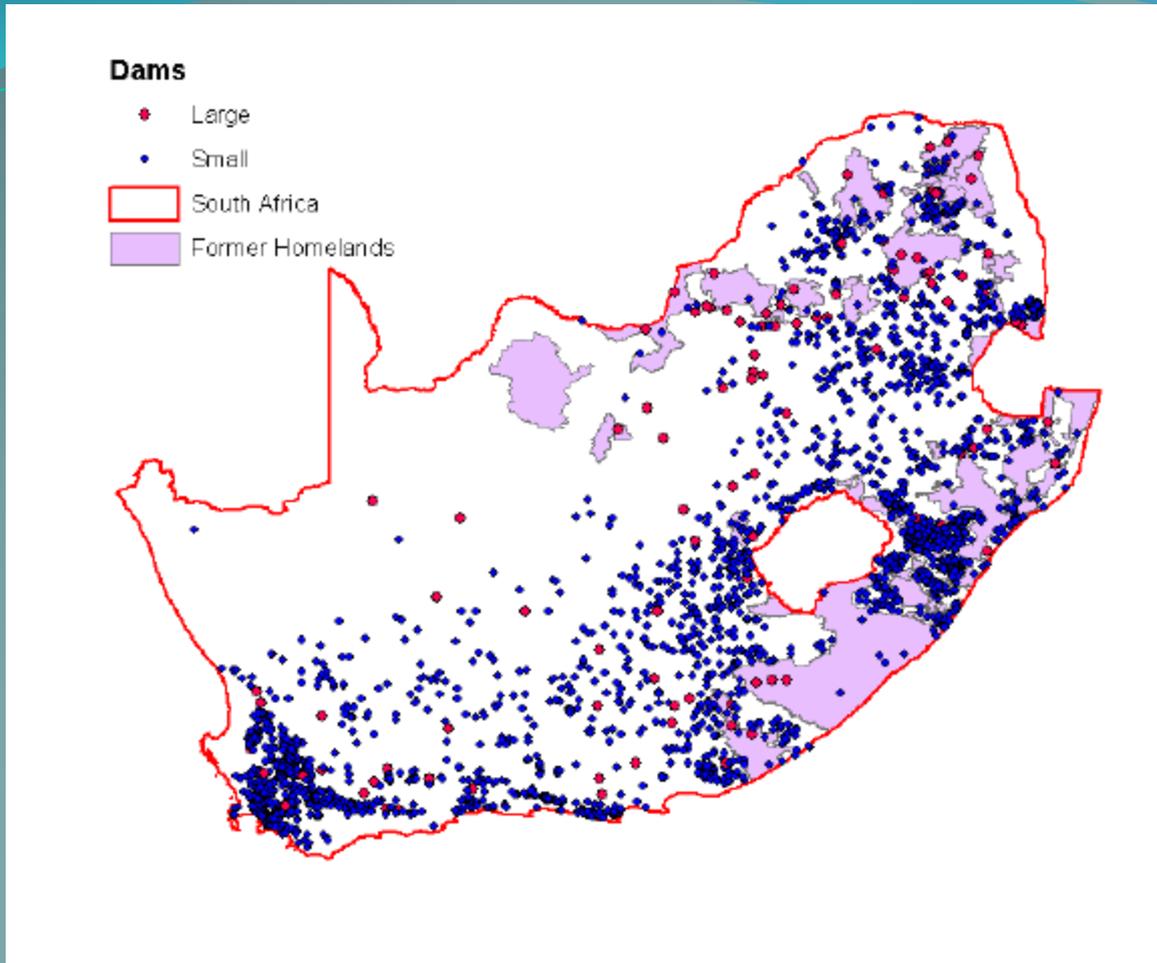
South Africa Land Cover, (Fairbanks, 2000)

Table 1. Level I land-cover classes mapped for the database.

NLC code	Level I land-cover class	Aggregated land-cover class
1	Forest and woodland (savanna)	Forest and woodland
2	Indigenous forest	Forest and woodland
3	Thicket, bushland, bush clumps	Thicket and bushland
4	Low shrubland and Fynbos	Thicket and bushland
5	Herbland	Grassland
6	Unimproved grassland	Grassland
7	Improved grassland (pasture, recreational fields)	Cultivated lands
8	Forest plantations (exotic tree spp)	Forest plantations
9	Waterbodies	Waterbodies
10	Wetlands	Wetlands
11	Bare rock and soil (natural)	Degraded lands
12	Bare rock and soil (erosion surfaces)	Degraded lands
13-17	Degraded vegetation, by classes 1,3,4,5,6	Cultivated lands
18-23	Cultivated lands, variations of permanent/temporary crops,irrigated/dryland, and commercial/subsistence/sugarcane	Urban/built-up lands
24	Urban/built-up land (residential)	Urban/built-up lands
25-28	Urban/built-up land (residential small holdings by subdivided vegetation classes 1,3,4,5,6	Urban/built-up lands
29	Urban/built-up land (commercial)	Urban/built-up lands
30	Urban/built-up land (industrial/transport)	Urban/built-up lands
31	Mines and quarries	Mines and quarries

- Données par province, bassins hydrologiques primaires, biomes de végétation
- Surface cultivée: 12.2 %
- Surface irriguée: 1 500 000 ha

Barrages-Réservoirs en Afrique du Sud (Department of Water Affairs, 2011)



- 4700 réservoirs
- $h \geq 5m$, 50000 m³
- Localisation, objectif, volume...
- Irrigation:
 - 55% Larges ($h \geq 30m$)
 - 79% Petits ($12m \geq h > 30m$)

- Construction de réservoirs – Demande en irrigation dans les PVD
- Controverse grands vs petits barrages
- Variabilité spatiotemporelle de la climatologie SA → transfères inter-basins via réservoirs (irrig.)
- N°1 en nombre de réservoirs sur le continent Africain
- Potentiel encore sous-exploité
- 10% de la surface cultivée équipée

ODDYCCEIA+ORCHIDEE

Réservoirs du
DWA

1. Data and maps import

Historical hydroeconomic data import, DEM, reservoirs, demand points and irrigated areas data and maps imports



2. Reservoir network creation

Reservoirs relocation
Reservoirs links, drains, upstream basins definition
Intersection mask determination with climatic grids



3. Climatology and supply nodes inflow computation

"Past" and "future" climate data extraction (CRU, CNRM climatic model)
Computation of missing climatic variables and runoff for each reservoir



4. Selection of reservoir-demand potential links

Reconstruction of reservoir-demand links based on topological constraints

5. Demand calculation/ projection

Crops, development phases, crop coefficients, plantation dates, growing degree days computation, CRU climatology, extraterrestrial radiation, potential evapotranspiration, actual evapotranspiration, effective precipitation, irrigation deficit computation



6. Network of reservoirs and demands creation

Selection of reservoir-demand links based on runoff constraints, links filtering based on distance selection criterion, groups and aggregates organization, final network determination



7. System's operating rule simulation/ optimization

Simulation for reservoirs in series, optimization for reservoirs in parallel, in-site demand satisfaction, rest of demand satisfaction from upstream branch, target reservoir volume control compared to physical constraints, use of generic algorithm

Ruissellement
d'ORCHIDEE

Besoins en eau
des plantes
d'ORCHIDEE +
SALC

Valorisation des
besoins en eau

(Nassopoulos *et al.*, 2012 in process)

Merci de votre attention!