



VULNÉRABILITÉ DES HYDROSYSTÈMES SOU MIS AU CHANGEMENT GLOBAL EN ZONE MÉDITERRANÉENNE



Agence Nationale de la Recherche
ANR
APR VMC 2006

**INSTITUT
CARNOT
brgm**

Géosciences pour une Terre durable
brgm

BRL
Ingénierie

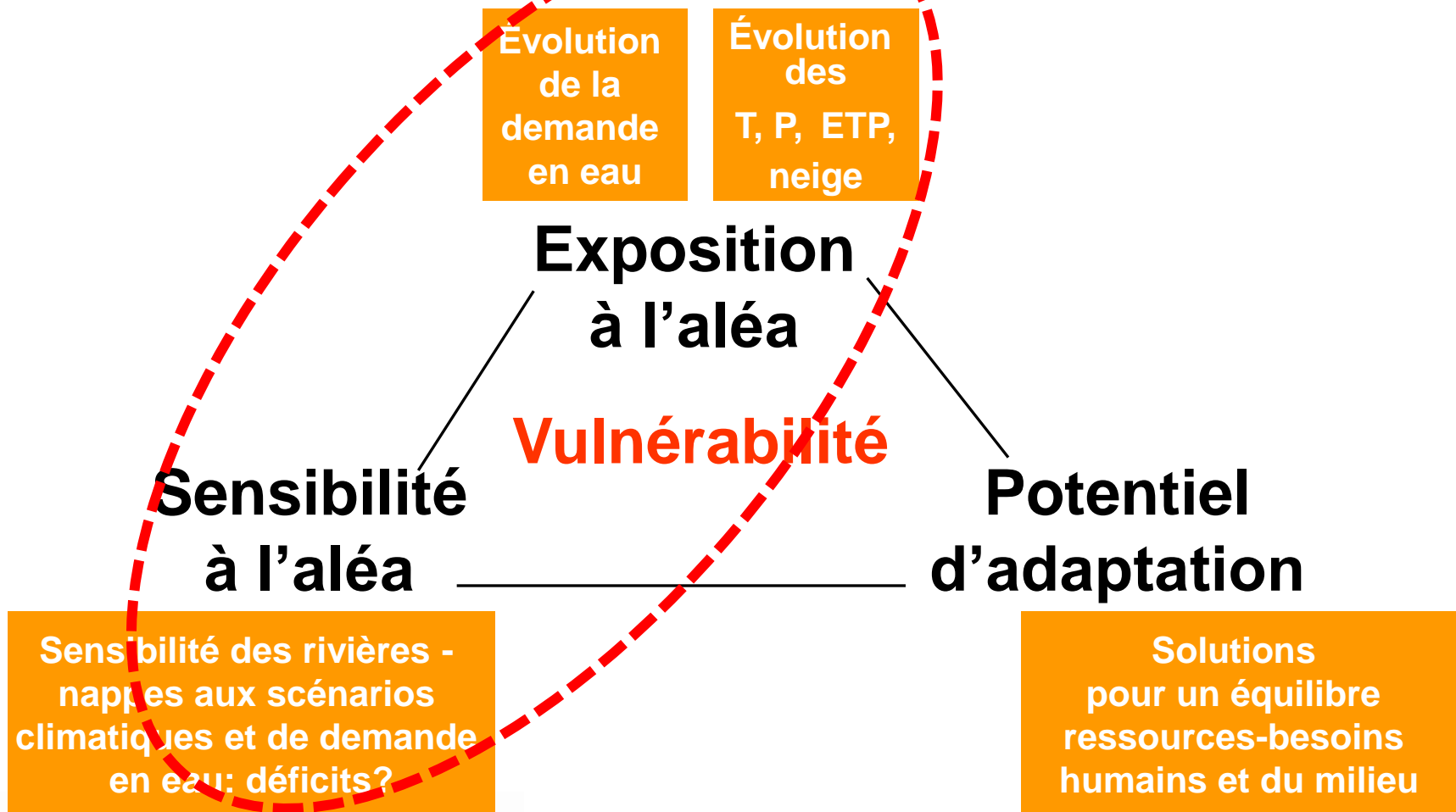
HSM
HydroSciences
Montpellier

**METEO
FRANCE**

<http://agire.brgm.fr/VULCAIN.htm>

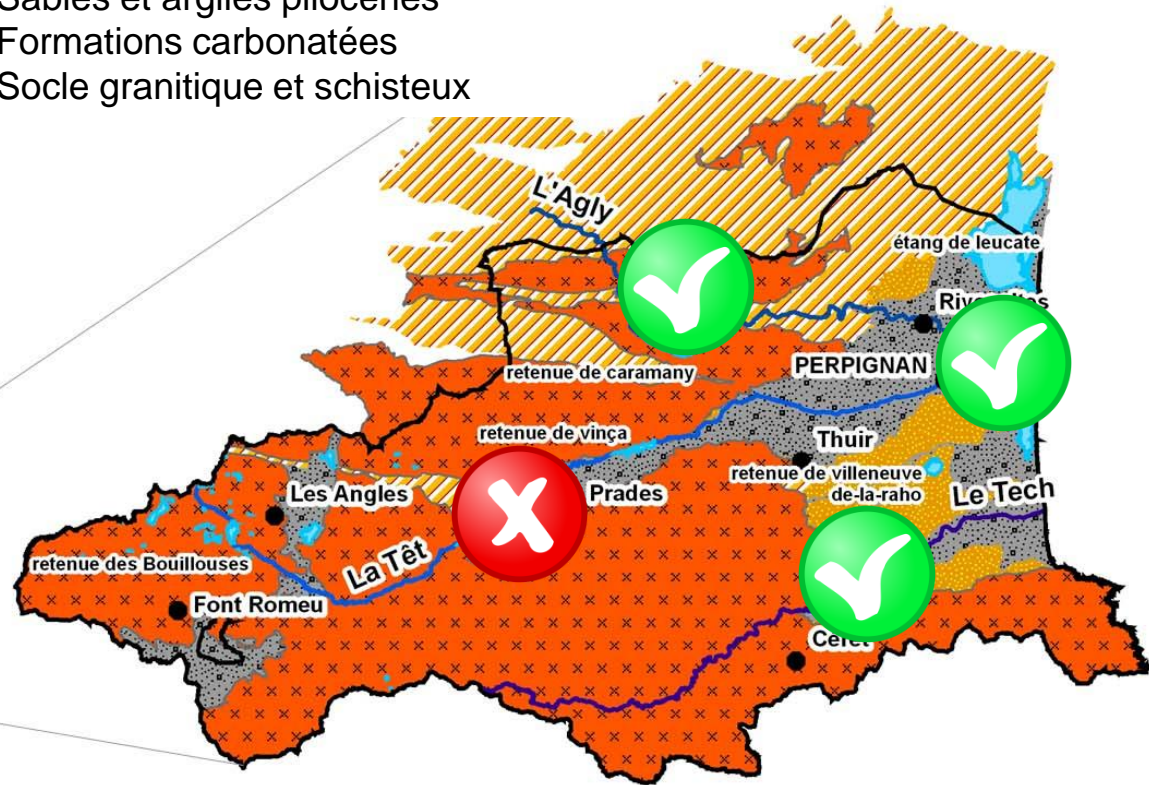
La vulnérabilité : comment la définir?

Vulnérabilité *actuelle*... des hydrosystèmes... aux changements globaux (IPCC, 2001)



La zone d'étude

- Alluvions quaternaires
- Sables et argiles pliocènes
- Formations carbonatées
- Socle granitique et schisteux



Département des Pyrénées Orientales

Thèmes étudiés – programme de présentation



Changements
Pluie, T° et ETP
1970 – 2006?



Scénarios climatiques
2020 - 40
2040 - 60



Débits Tech
présent – futur?



Demande en eau
présent - futur?



Débits Agly
présent – futur?



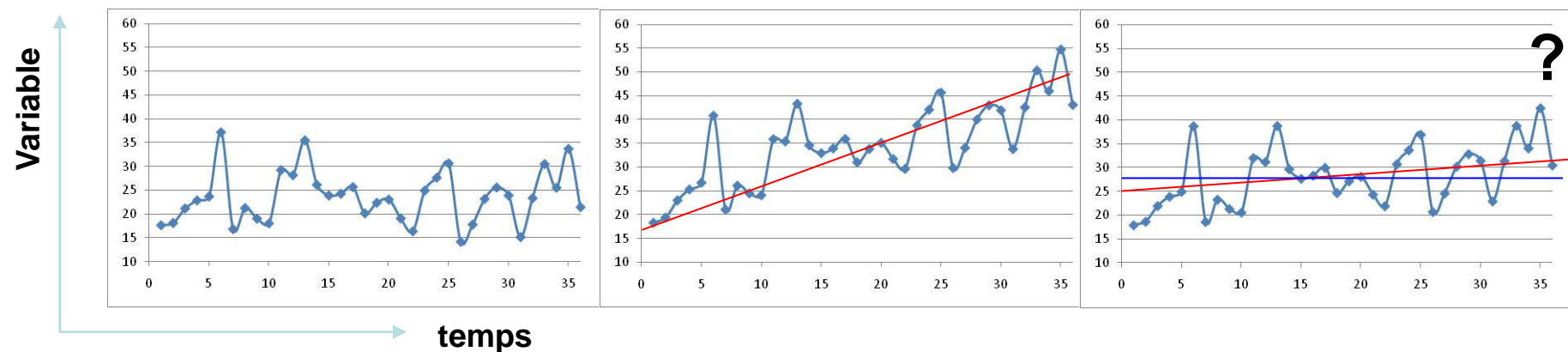
Vulnérabilité?



Piézométrie pliocène
Présent – futur?

Climat présent: que cherche-t-on et comment?

On cherche à détecter des tendances dans une série chronologique , ici linéaires



Test statistique de détection de changements : y a-t-il un changement significatif dans la série ou non ?

Si un changement climatique est présent , se manifeste-t-il sur une zone géographique ou seulement en un point ?

→ mise en œuvre de tests statistiques régionaux

Résultats sur le climat présent

Non-stationnarité du climat présent (1970 – 2006)

→ Augmentation significative des températures moy. annuelles :

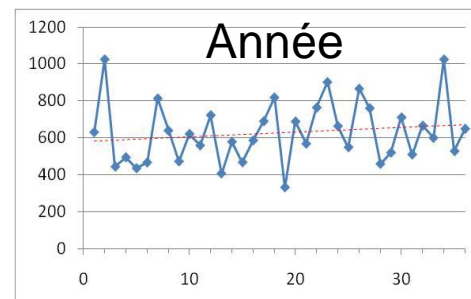
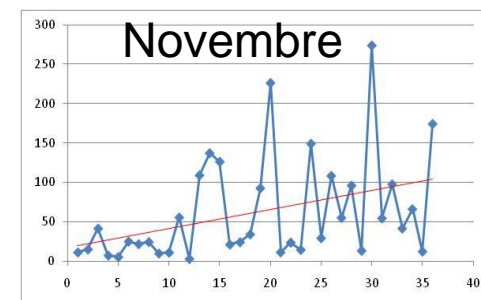
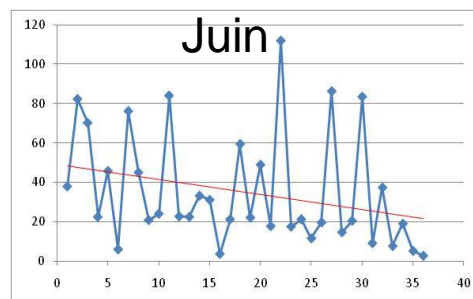
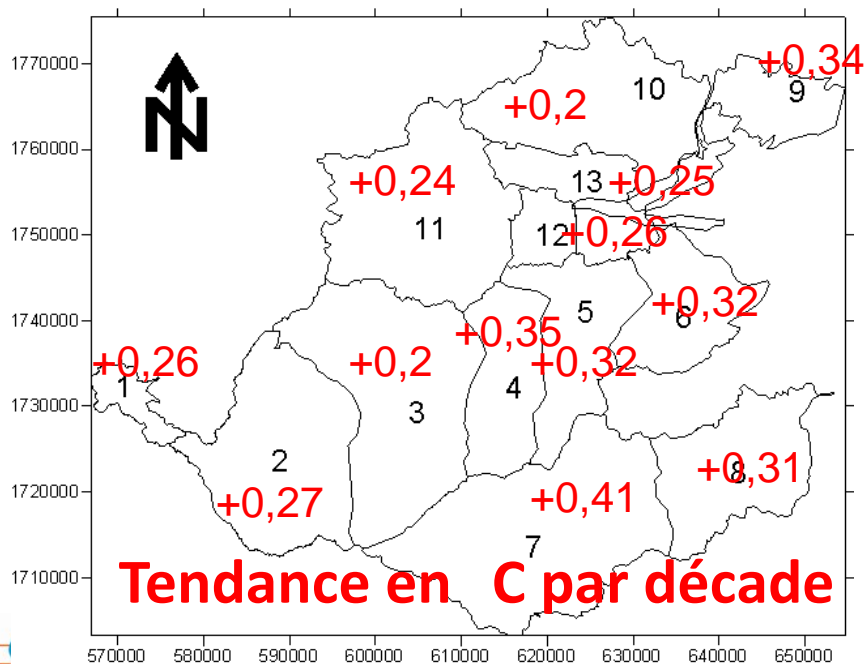
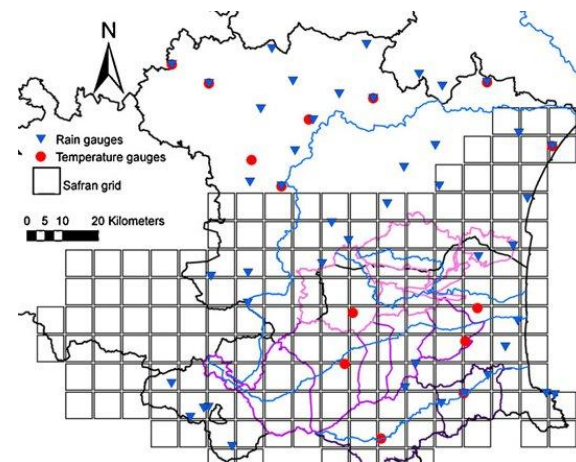
- en moyenne sur la zone : **+ 0.3 C/10 ans**
- plus marquée en montagne que sur le littoral et au printemps

→ Augmentation significative de l'ETP annuelle en montagne :

- en moyenne sur la zone : **+1 à +4 mm/an**
- plus marquée au printemps

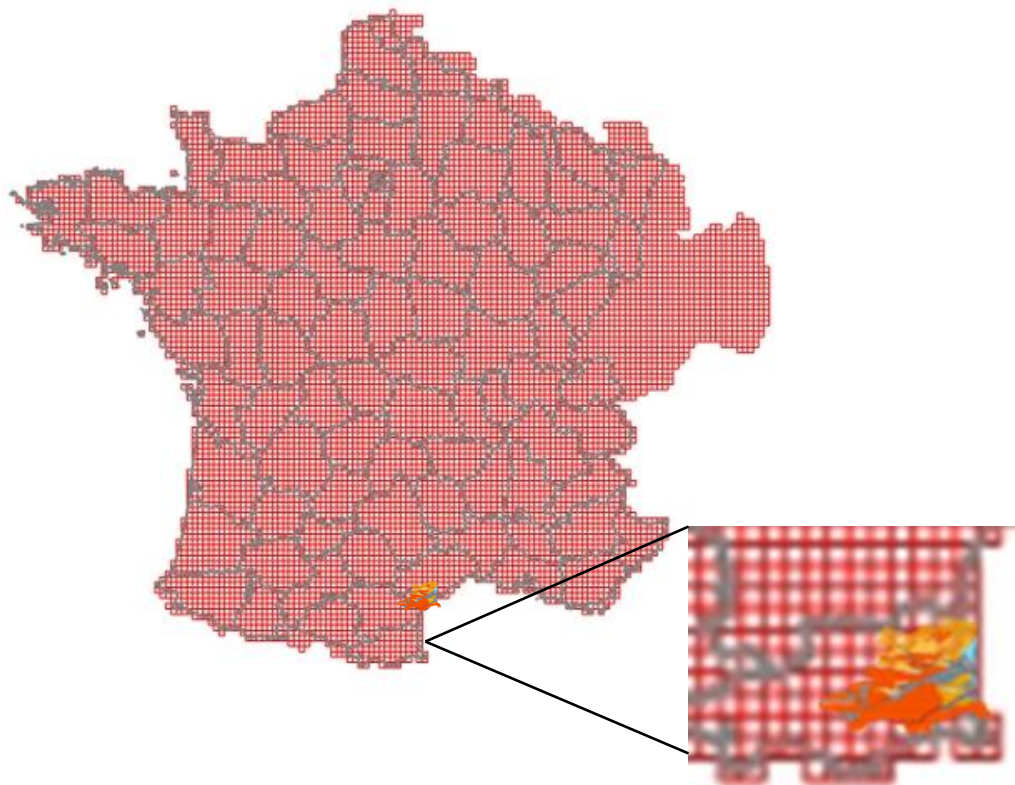
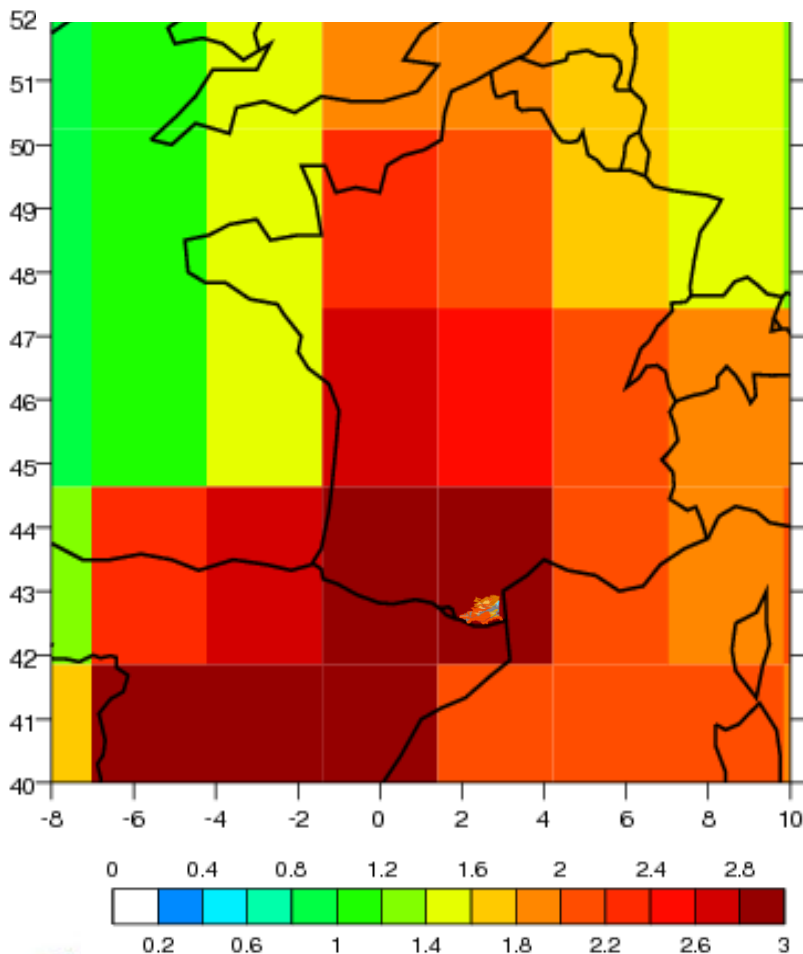
→ Pas de tendance significative pour les pluies annuelles :

- **baisse** en juin et **hausse** en novembre



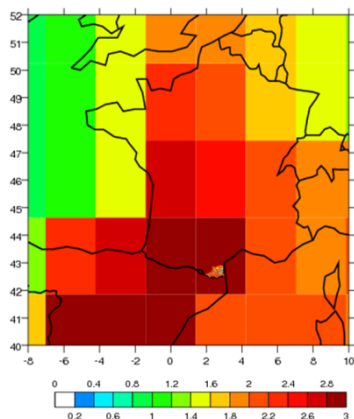
Scénarios climatiques futurs

De l'échelle du GCM à l'échelle de la zone d'étude



Résultats sur le climat présent

Scénarios climatiques (2020-40 et 2040-60)



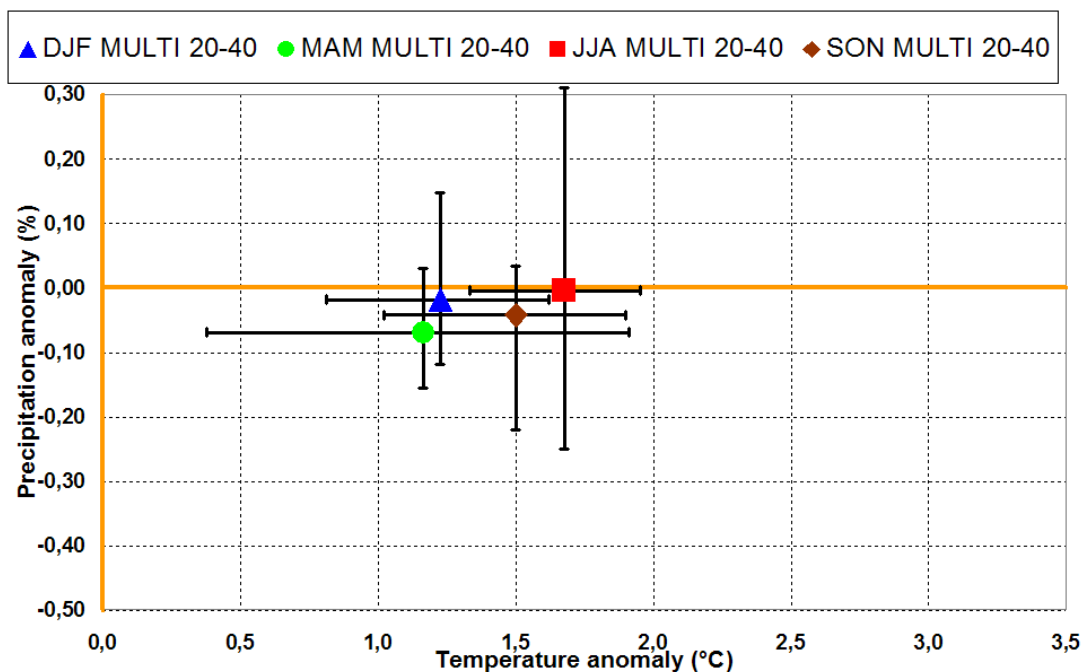
5 MCG (AR4 / SRES A1B):

- IPSL-CM4 (FR)
- CNRM-CM3 (FR)
- UKMO-HadGEM1 (GB)
- NCAR-CCSM3.0 (USA)
- MPI-ECHAM5 (ALL)

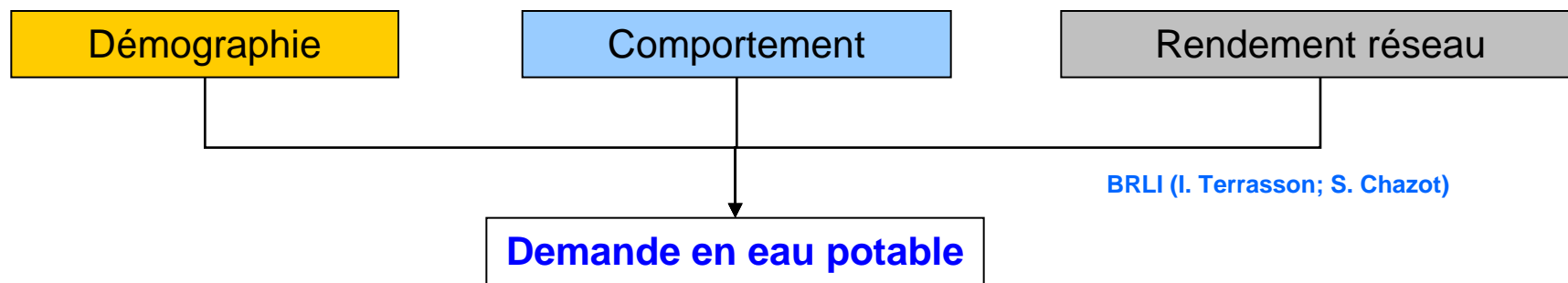


$$\delta T = T_{\text{Future}} - T_{\text{Present}}$$

$$\delta P = \frac{P_{\text{Future}} - P_{\text{Present}}}{P_{\text{Present}}}$$



La demande en eau potable (rétrospective)



Actuel: 55 Mm³ prélevés (Moy 2000-2004)

- 70% (40 Mm³) dans Plioquaternaire
- 15% (8 Mm³) en rivière
- 10% (5,5 Mm³) en nappe alluviale dans les BV
- 5% (2,5 Mm³) autres aquifères (socle; calcaires)



La demande en eau potable (prospective)

Facteurs de changement

Etats futurs

Démographie	+	=	-	
Urbanisme	+	+	=	-
Tourisme	+	=		
Réseaux	+	=		
Economies d'eau	+	=		
Tarifs	++	+	=	-
Forages	+	=		
Canaux	+			
Gestion	++		=	
Scénarios	<i>Dvt anarchique, perte de vitesse du territoire</i>		<i>Dynamisme territorial durable</i>	<i>Tendanciel timide</i>
Demande associée	68 Mm ³		51 Mm ³	61 Mm ³

Territoire

Efficacité

Ressource

Modèle AEP simple



Actuel: 55 Mm³ prélevés
(Moy 2000-2004)

+

2 ateliers de réflexion

Demande AEP 2030:

[-9% ; +25%]

Incertitudes:

- Population
- rendement
- économie/gaspillage
- **tourisme**

Demande en eau agricole: rétrospective et prospective

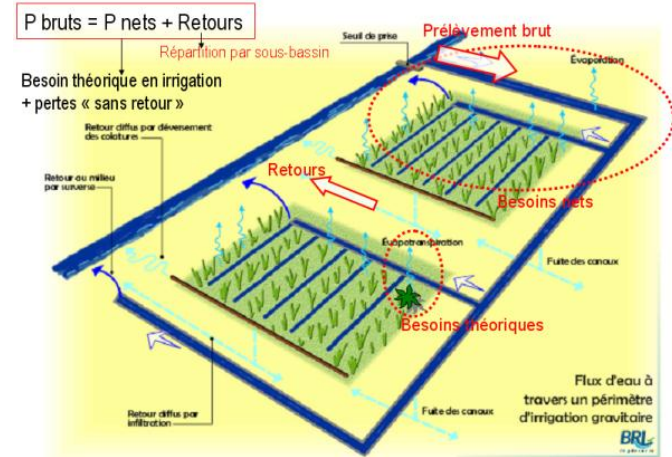
Sans changement climatique :

$$\sum_j \max [0, (Kc(i, j) \times ETP(k, j) - P(k, j)) - RU(j-1)]$$

(Allen et al. 1998 (FAO))

Actuel: 88 Mm³ (année quinquennale sèche)

Déconstruction et re-construction des scénarios « La Bussière »



S1 : Agriculture ultra-compétitive

2030: - 4.5%

des par l'aval

S2 : Agriculture duale Agriculture productive & multifonctionnelle coexistent

S3 : Sud Intense ou l'Europe des régions

S4 : Agriculture haute performance environnementale L'agriculture renaissante: emploi, technologies pour l'environnement et santé

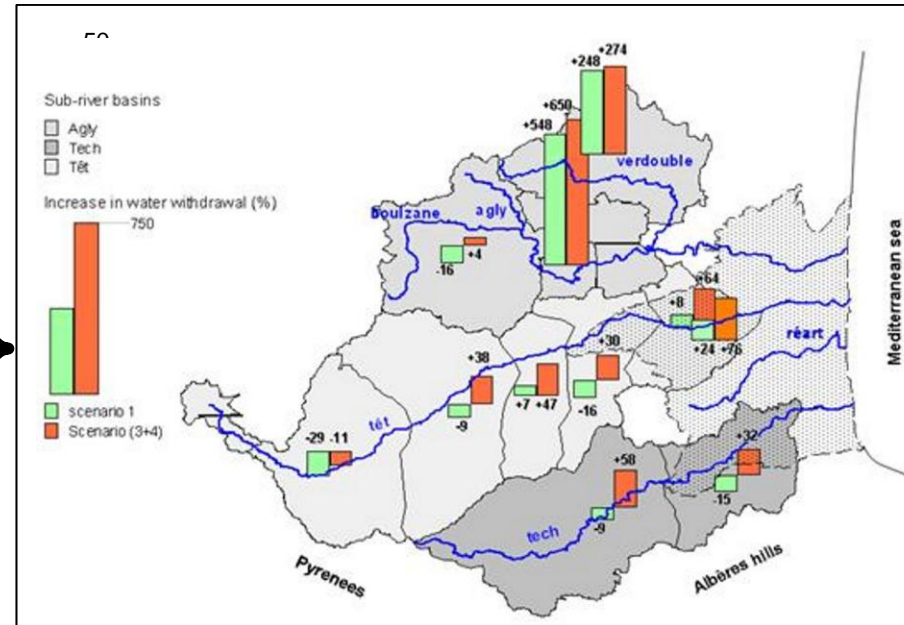
- ↘ surfaces
- ↘ besoins
- ↘ prélev. nappes

- surfaces
- besoins
- prélev. canaux nappes + r^{tes} ressources

- ↘ surfaces
- ↘ besoins
- ↘ r^{tes} ressources

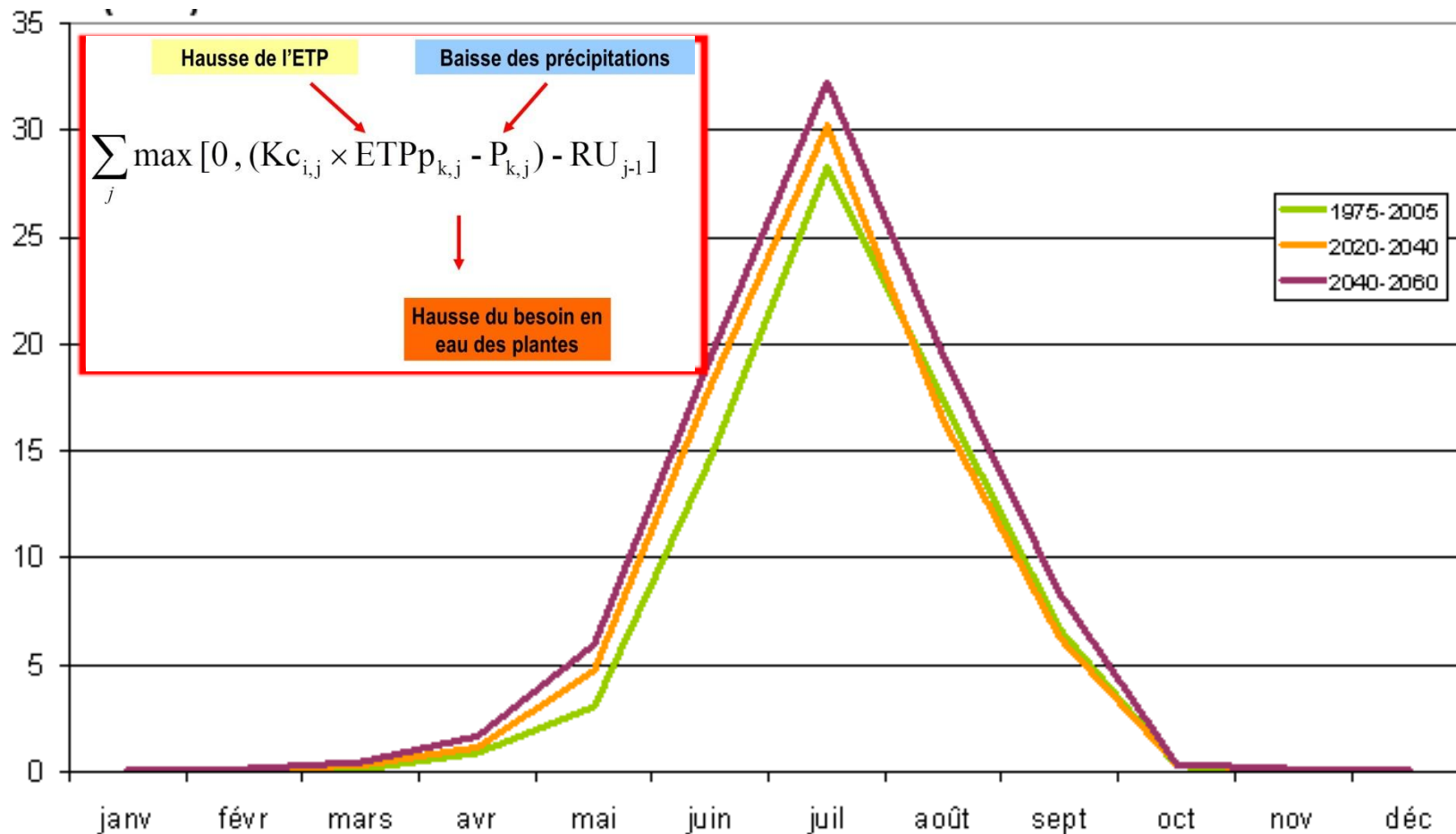
- ↗ surfaces
- ↗ besoins
- ↗ r^{tes} ressources

2030: + 43%



La demande en eau agricole (actuelle et future+CC)

> Modèle eau agricole:



Impact du changement climatique sur la ressource en eau

2030:

-10% à -20%

Printemps et automne

2050:

-20% à -40%

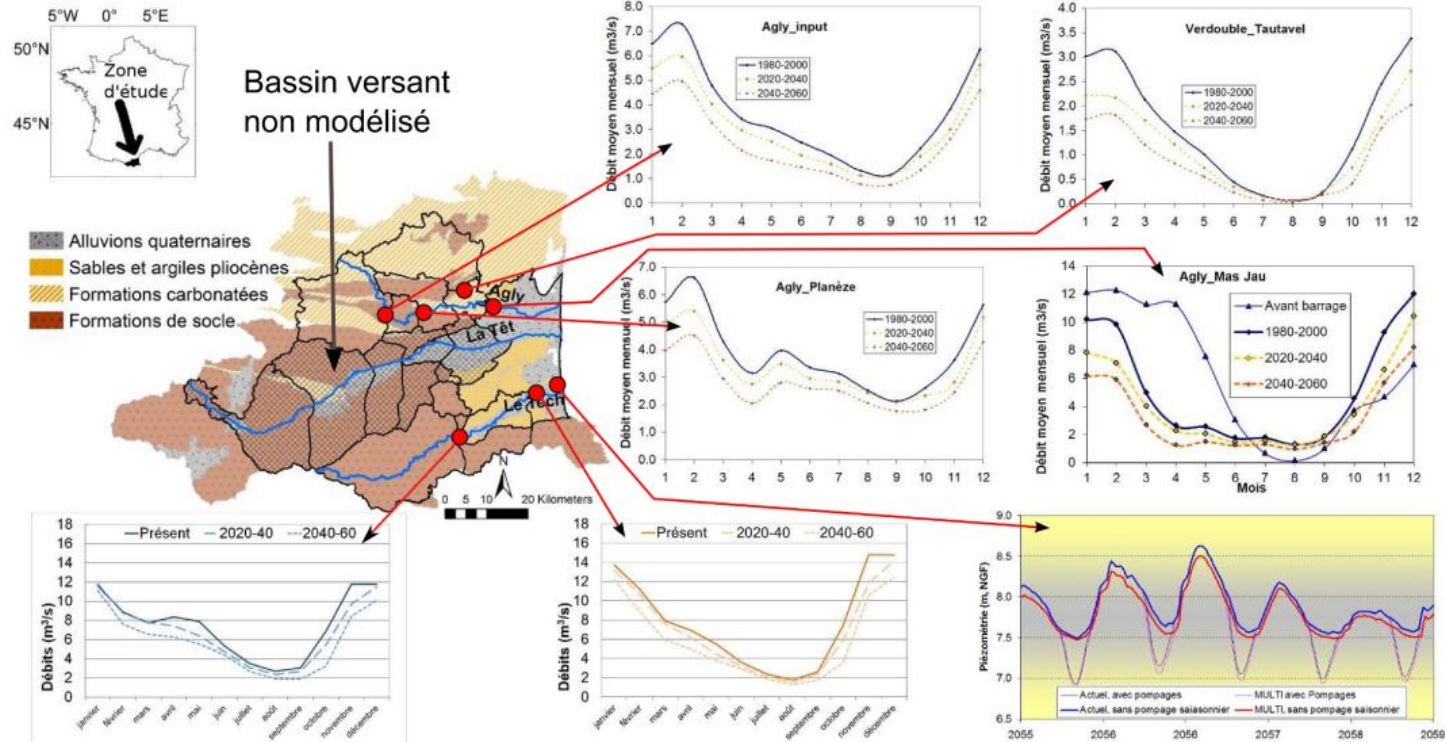
Toute l'année

Eaux souterraines:

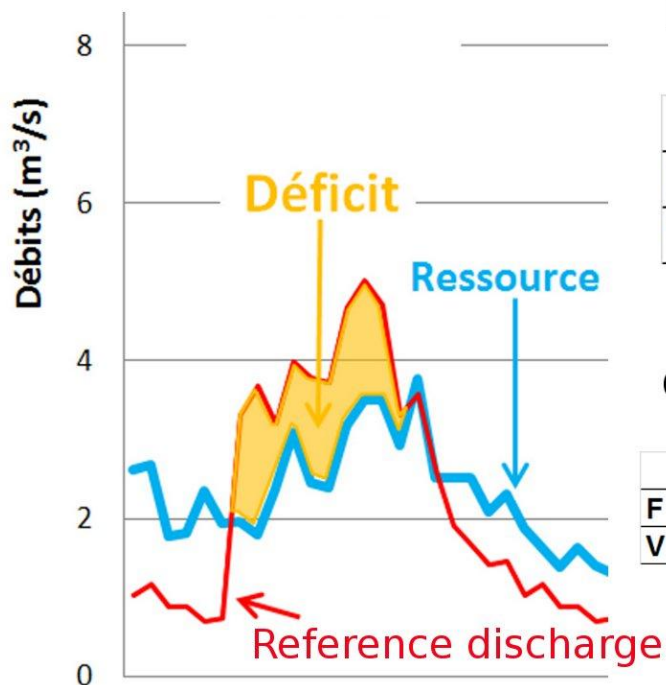
Rôle « tampon » vérifié, mais pas suffisant

Réduction débit pertes karstiques

Captif: Influence prépondérante des prélèvements



Vulnérabilité du territoire



Business-as-usual WD scenarios:

Tech 2	1980-2000	2020-40	2040-60
F dépassmt (%)	30.7	33.0	38.6
V déficit (Mm3)	5.10	6.24	7.88

+ 20% + 50%

Considering WD scenarios:

Tech 2	2020-40	Sc. A	Sc. B	Sc. C	Sc. D	Sc. E	Sc. F
F dépassmt (%)	60.2	62.7	58.9	60.9	59.5	61.6	61.6
V déficit (Mm3)	6.24	6.69	7.83	6.28	7.38	6.49	7.61

Vulnérabilité du territoire dépend de manière prépondérante de l'évolution du climat et ce, même à court terme.

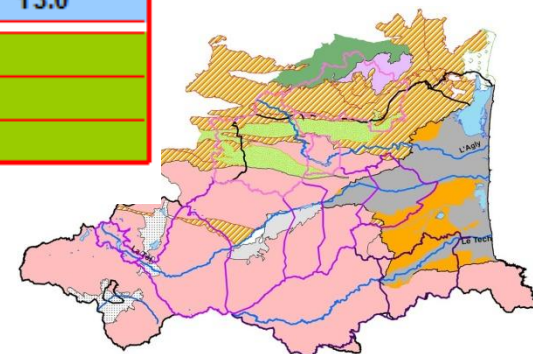
Besoin de stratégies de « rupture » de gestion de l'eau (interconnexion, nouvelles ressources,...)

Sensibilité à l'échelle de la zone d'étude

VULCAIN - Tableau de synthèse

Mm3	période référence 1980-2000	2020-2040		2040-2060	
		2020-2040	delta / réf	2040-2060	delta / réf
Précipitations sur la zone Vulcain					
Précipitation pluvieuse	3 251	3 251	0	2 969	-281
Précipitation neigeuse	626	483	-143	357	-269
Total zone Vulcain	3877	3 734	-143	3 326	-550
Ecoulement annuel sur la zone Vulcain					
Tech (Argelès)	248	223	-25	188	-60
Têt (Amont Vinça)	340	306	-10%	255	-25%
Agly (Mas Jau)	164	123		95	-69
Total zone Vulcain	752	652	-100	538	-214
Prélèvements total sur la zone Vulcain					
Prélèvement AEP min	55	50.6	-3.9	54.4	-0.1
Prélèvement AEP moy	55	60.6	6.1	64.1	9.6
Prélèvement AEP max	55	67.5	13.0	67.5	13.0
Prélèvement net Irrigation min	88	76.2	-11.8		
Prélèvement net Irrigation moy	88	88.0	0.0		
Prélèvement net Irrigation max	88	103.6	15.6		

© BRLI



Tendances majeures pour le futur

CLIMAT

La température et l'ETP vont continuer à augmenter
Les précipitations devraient diminuer (à moyen terme)

DEMANDE EN EAU

La demande en eau future, bien qu'incertaine, devrait augmenter

RESSOURCE EN EAU

A l'échelle annuelle, **la ressource en eau devrait diminuer**, à un niveau que les *scénarios de demande en eau les moins consommateurs ne permettront pas de compenser* et ce, dès le court terme.

Nécessité d'étude au cas par cas à l'échelle saisonnière



VULNÉRABILITÉ DES HYDROSYSTÈMES
SOUVIS AU CHANGEMENT GLOBAL
EN ZONE MÉDITERRANÉENNE



y.caballero@brgm.fr

<http://agire.brgm.fr/VULCAIN.htm>

