

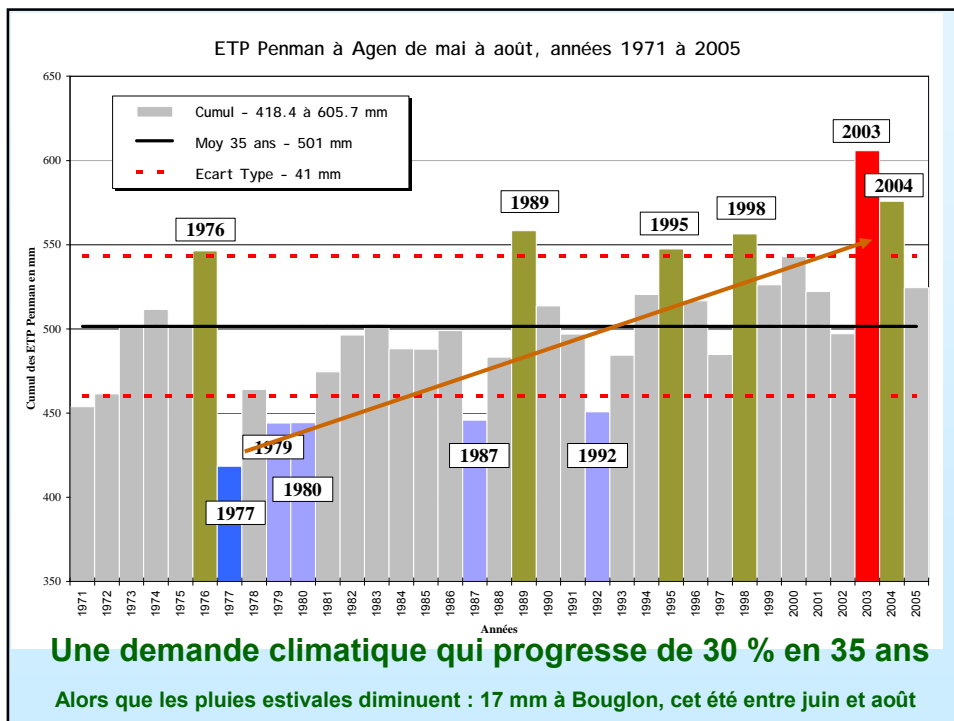
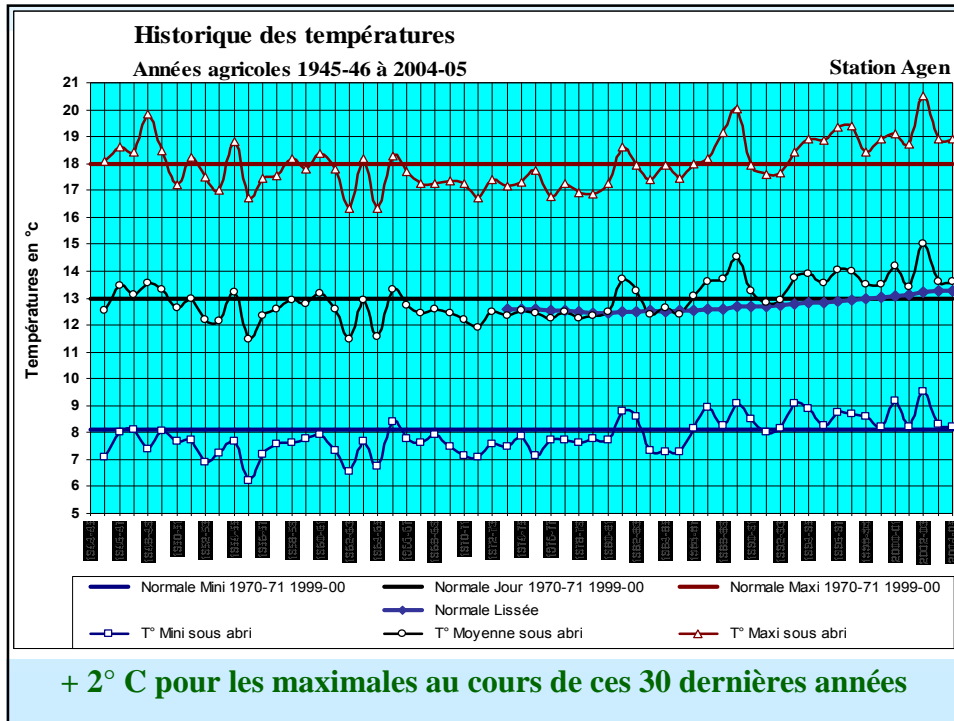
## **Prévention contre les conséquences du réchauffement climatique.**

-

### **Quelles solutions?**

#### **LA CONTRAINTE CLIMATIQUE**

- Variable par nature;
- Difficile à prévoir à moyen et long terme
- Avec des conséquences sociales, économiques et environnementales parfois catastrophiques



## **Conséquences pour la vigne!**

- **Augmentation des taux de sucre et d'alcool,**
- **Contraintes hydrominérales qui influent sur les arômes**
- **Besoin d'une irrigation de complément pour assurer des caractéristiques de qualité (autorisation de l'INAO en 2005)**

**Le changement climatique et l'augmentation de la population entraînent de nouvelles contraintes sur la ressource en eau.**

**Le Centre de gravité des décisions économiques et sociales s'est déplacé des régions Méditerranéennes vers le Nord de l'Europe.**

**Là où l'eau n'a pas besoin d'être stockée. Celle du sol suffit vu que la demande climatique y est limitée et qu'il pleut régulièrement.**

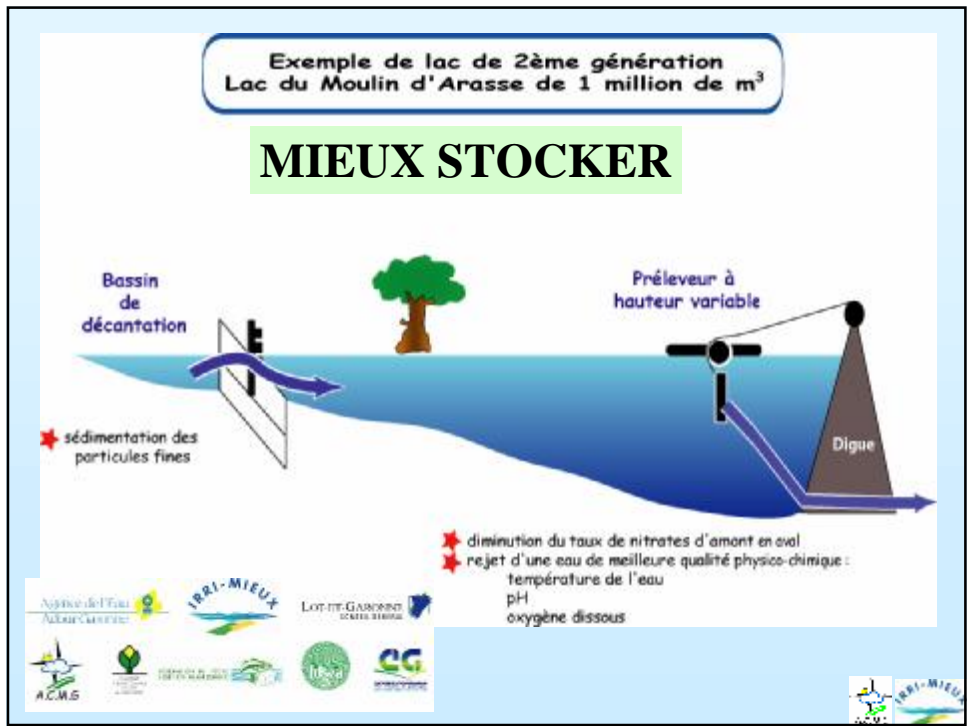
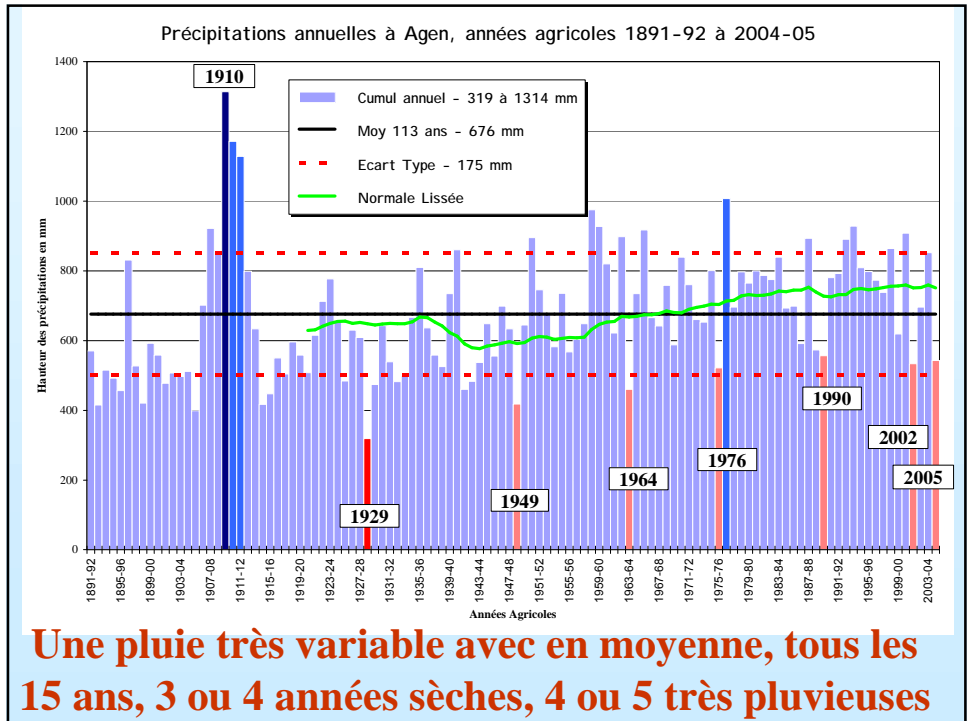
**Ce choc de culture provoque des incompréhensions que chaque crise climatique exacerbe et dont les médias profitent.**

L'histoire nous enseigne que les civilisations ne dureraient que tant **qu'elles savaient maîtriser l'eau**

- Les premières traces d'irrigation datent de 6500 ans av. JC
- Les vestiges d'un barrage construit vers 3500 av. JC, sont visibles en Jordanie (JAWA près d'Aman)
- **L'irrigation est associée à l'agriculture dans la plupart des civilisations modernes.**

En effet, la seule solution des économies d'eau ne peut pas permettre de résoudre l'absence de pluie !

- **Quelles alternatives ?**
- **Sachant que notre seule ressource est la pluie**



## Le lac d'Arasse : un lac de deuxième génération

*Bassin de  
décantation*

**Plus pilotage  
de l'irrigation**



*Digue*

**Sur le Bourbon, près de Laugnac**

Photos A.C.M.G. (J.F. Berthoumieu)



## **MIEUX STOCKER POUR QUI?**

- **Pour tous les usagers et en particulier pour l'eau potable, l'agriculture et l'environnement**
- **En Lot-et-Garonne, les prélèvements profonds doivent être réduits,**
  - **Il faut ré utiliser les eaux de surface, en améliorer la disponibilité et la qualité,**
- **Afin de ne plus dépendre du Ciel, avec comme seul moyen d'adaptation l'économie qui doit se perfectionner et les interdictions d'usage.**

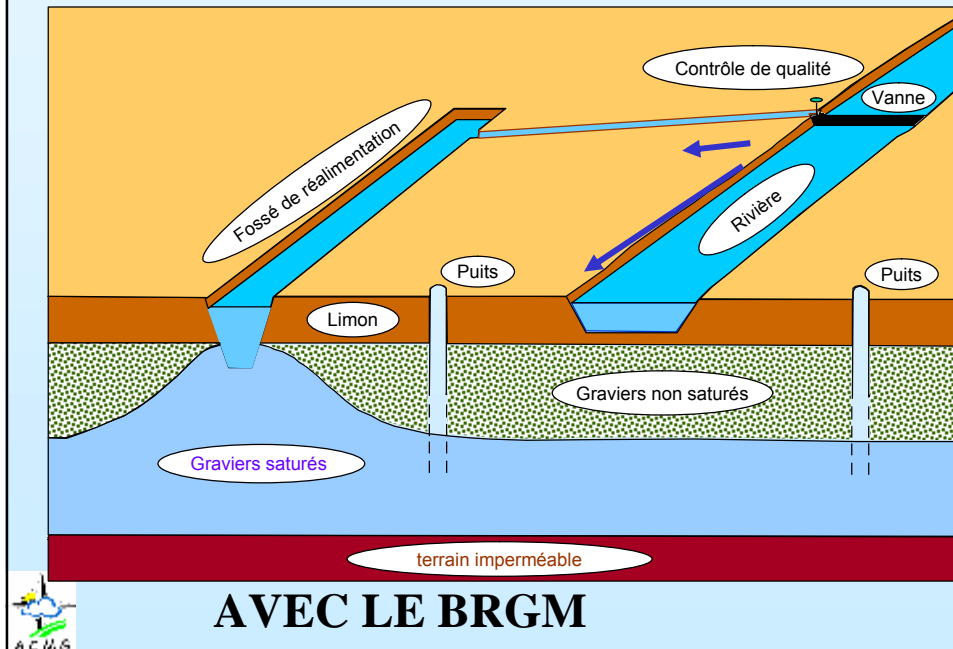
## Des eaux de surface de meilleure qualité

- En aval d'un bassin de décantation il y a moins de nitrates et moins de pesticides et autres molécules à éviter,
- Dans une gravière, le taux de nitrates baisse dès que l'insolation est suffisante pour les micro algues. Or les volumes d'eau stockés dans des gravières augmentent tous les ans du fait de l'interdiction des prélèvements de gravats dans les cours d'eau

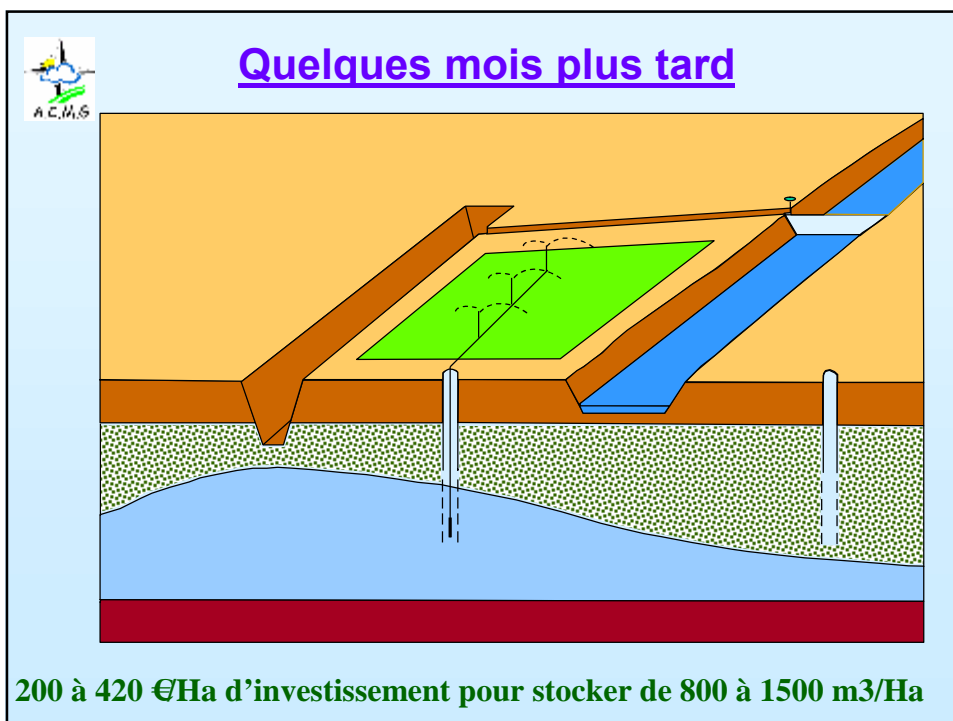
## Les eaux des nappes profondes pour les années sèches



## Principe de réalimentation artificielle des nappes alluviales



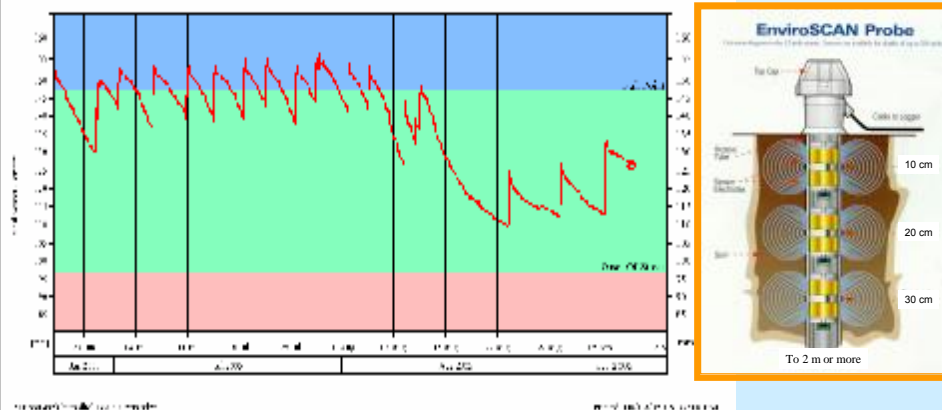
## Quelques mois plus tard



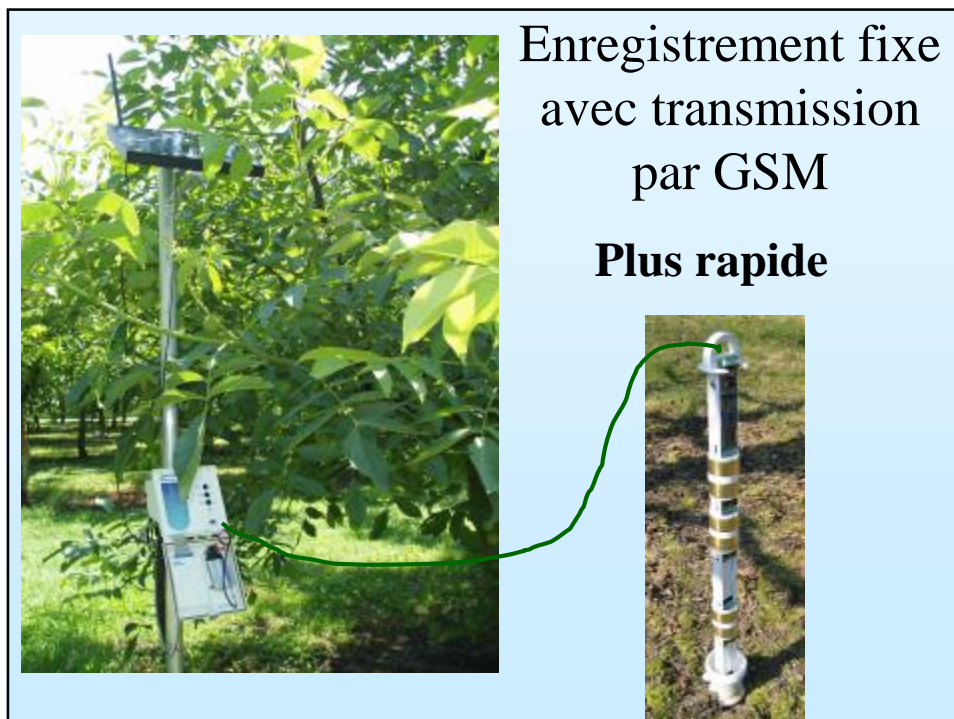
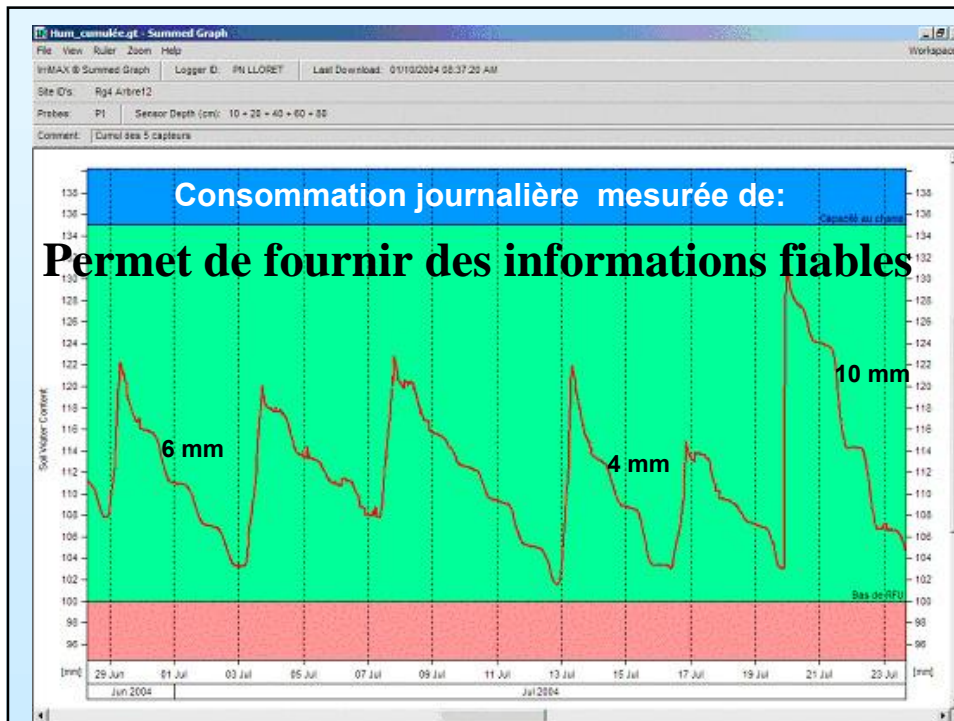
Une fois l'eau stockée,

- **Il faut en optimiser sa gestion en cherchant à apporter juste l'eau qu'il faut, au moment où il faut et là où il faut!**
- **Ce qui nécessite des investissements en moyens et en savoir faire**

Le pilotage de l'irrigation est basé sur des mesures précises et fiables

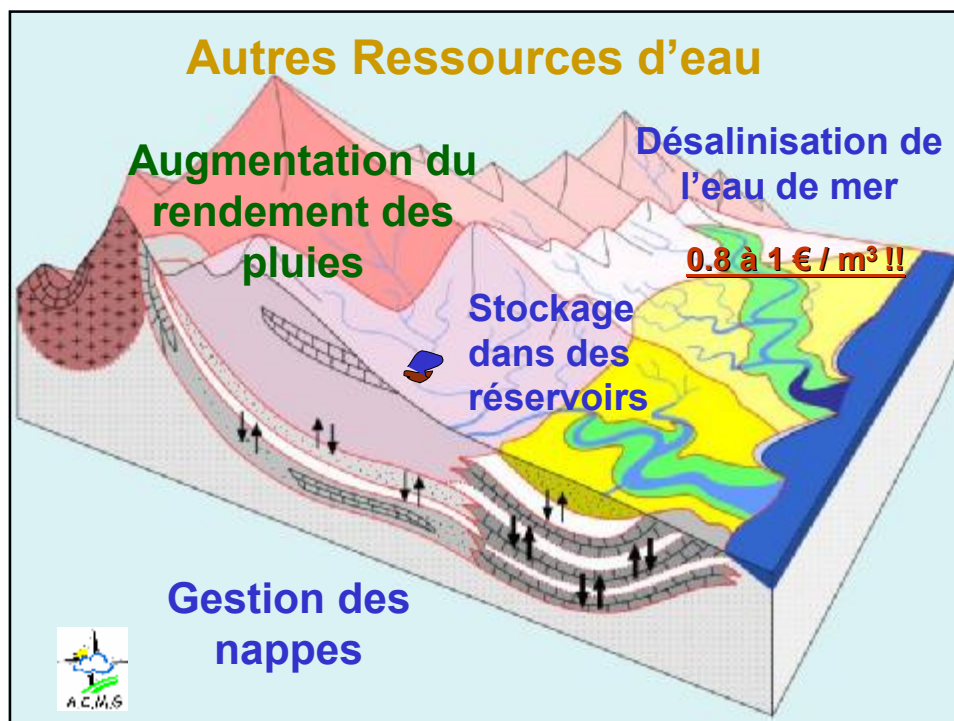


**Permet d'économiser de l'eau, de réduire les pollutions diffuses et d'augmenter les quantités et les qualités des productions**



## Aujourd'hui

- Avec des systèmes de transfert par modem GSM, 3 heures de travail équivalent à 2 jours avec les anciennes méthodes, tout en économisant le déplacement d'un technicien, sauf lorsqu'une question se pose.
- Mais il faut investir: coût d'un capteur fixe avec modem, environ 2200 €, à amortir sur 7 ans. Les plus anciens ont 13 ans et fonctionnent toujours. 5000 € pour un portatif avec 70 tubes.



## CONSULTANT DE L'OMM

- **Appui scientifique au programme de pluie provoquée de Libye depuis 2003**
  - **Représentant de l'OMM auprès du CILLS depuis 2004 (pays du Sahel)**
  - **Appui scientifique et technique auprès du programme SAAGA d'augmentation des pluies du Burkina Faso**
  - **Appui scientifique et technique auprès du programme Indien de l'état d'Andhra Pradesh**
- Collaboration étroite avec le programme Marocain de pluie provoquée, Al Gaït.**

WMO  
OMM

### **L'augmentation des précipitations doit être scientifiquement reconnue**

**Aujourd'hui, il existe deux hypothèses :**

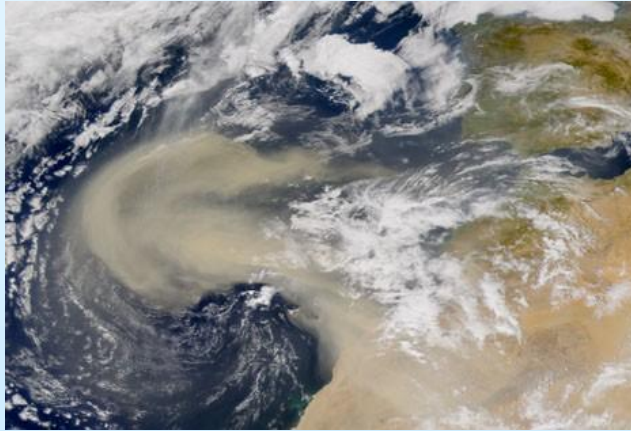
- **Traitement avec des noyaux de congélation**
- **Traitement avec des noyaux de condensation hygroscopiques**

**Il y a aussi la collecte des brouillards à l'aide d'immenses filets dans les montagnes.**



## Autres méthodes naturelles

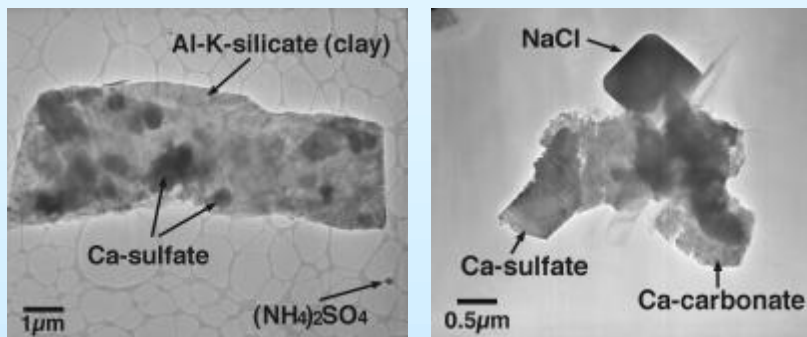
Ensemencement  
NATUREL



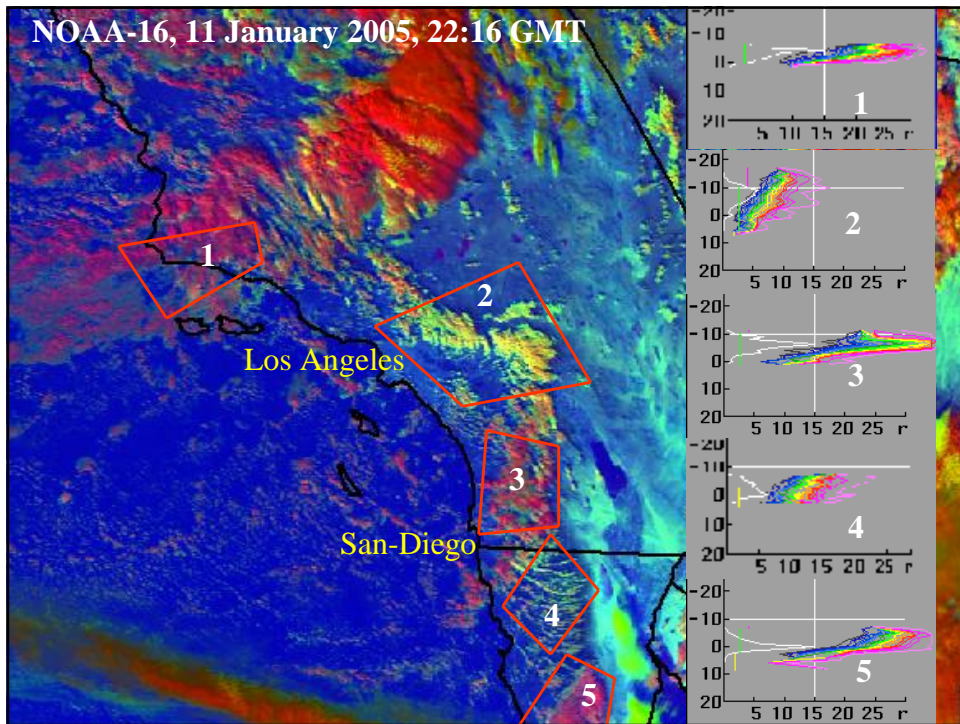
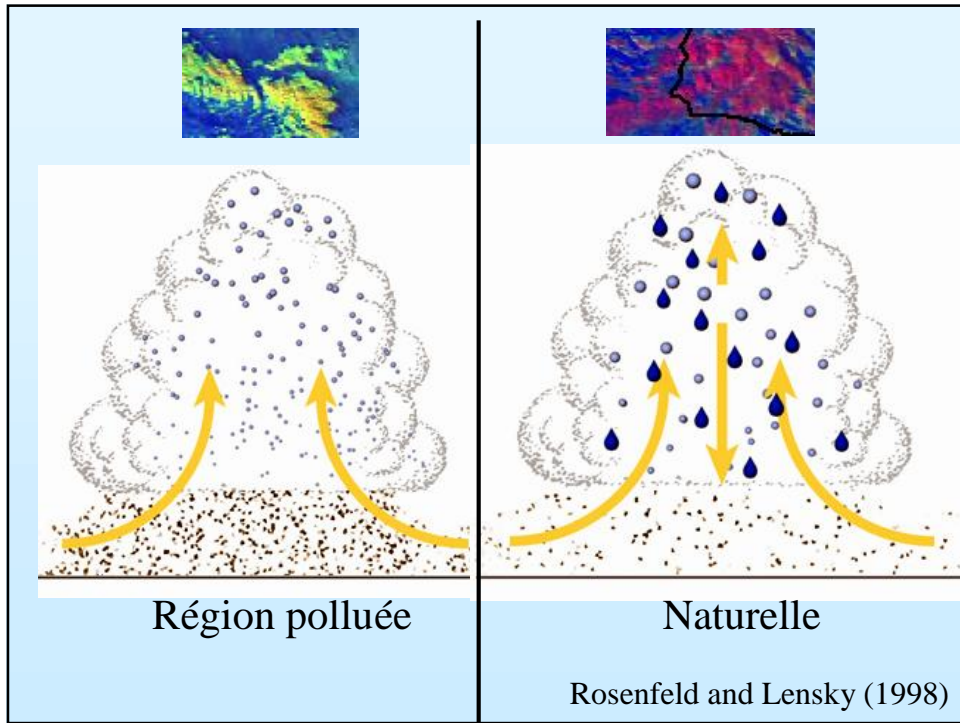
Ou bien la pollution

Sable du désert

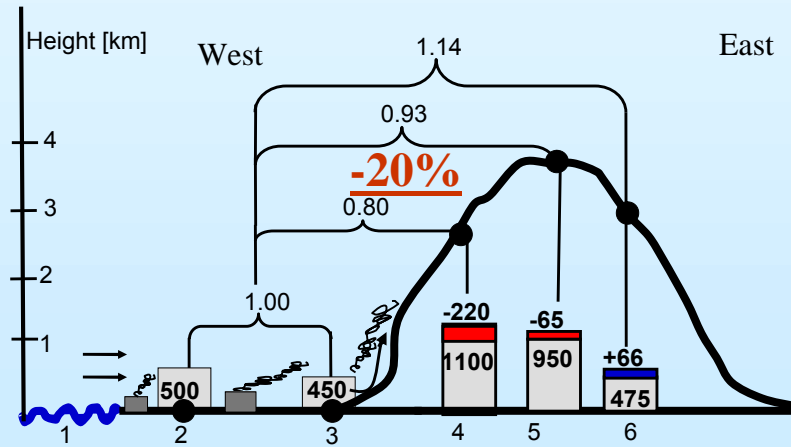
Emirats Arabes Unis - R. Bruintjes - 2003



**Ces particules, créées par l'activité humaine, peuvent, soit favoriser, soit empêcher la formation de la pluie**

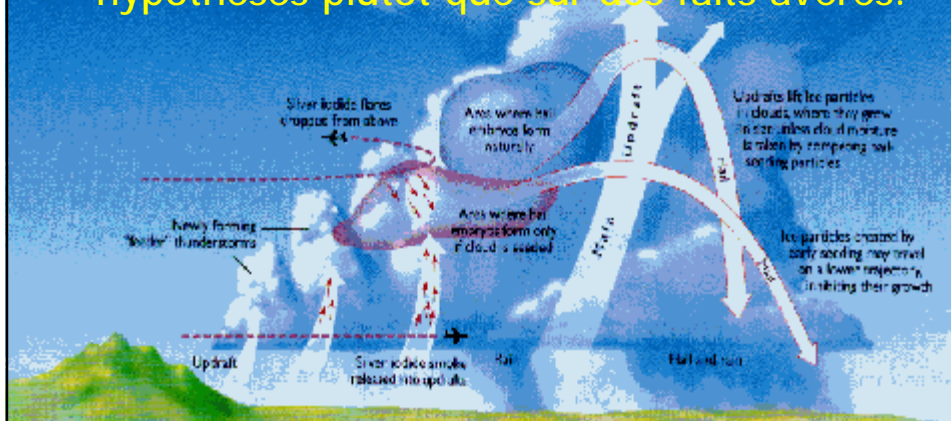


## Effet d'une pollution urbaine sur les cumuls de pluie au fur et à mesure que les nuages se déplacent d'Ouest en Est vers les montagnes



Givati and Rosenfeld (JAM, 2005)

## Les principes de l'augmentation des précipitations sont largement basés sur des hypothèses plutôt que sur des faits avérés.



De plus les cellules sont des systèmes très hétérogènes

## Noyaux de congélation

En 1946, Vincent Schaefer, avec Irving Langmuir et Bernard Vonnegut, est en train de souffler dans son congélateur où il vient de découvrir, par hasard, que de la glace carbonique fait transformer le brouillard en minuscules cristaux de glace.



C'est le début de la modification du temps avec le principe de l'ensemencement de noyaux de congélation artificiels comme l'iodure d'argent ou la neige carbonique

1946: 20 min après un ensemencement avec de la neige carbonique

**Il n'y a pas de doute, l'effet est visible et évident.**



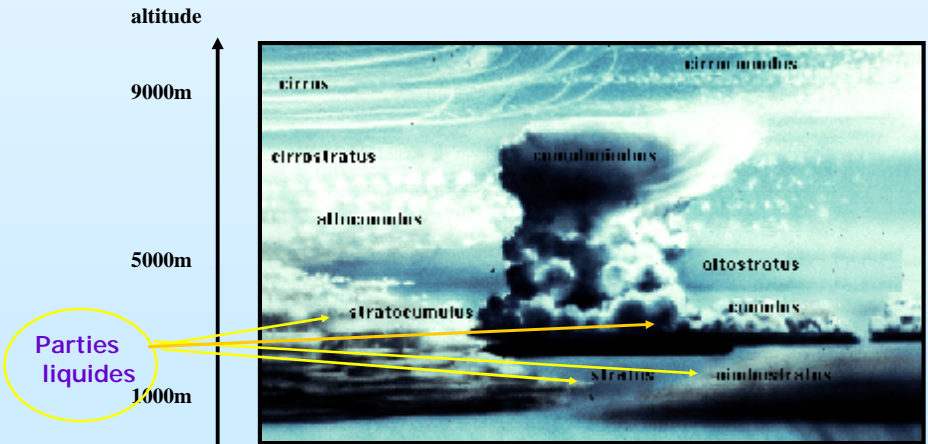
Cela ne peut pas se produire naturellement

# De l'usine au nuage



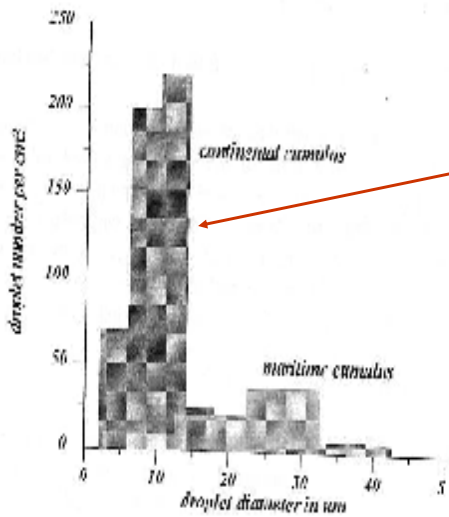
Avec les sels on copie la nature et on tente de réduire les effets négatifs de la pollution

## Le traitement à l'aide de sels Hygroscopiques agit sur la phase liquide des nuages



**Il ne déplace pas les nuages ni n'empêche pas de pleuvoir ailleurs**

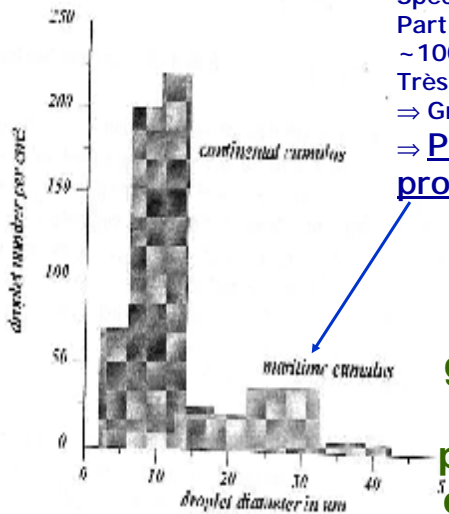
*La Nature réagit aux différentes populations d'aérosol*



**Spectre d'aérosol Continental :**  
 Très petites particules  
 ~ 10 000 cm<sup>-3</sup>  
 Moyennement soluble  
 ⇒ petites gouttes  
 ⇒ Vont grossir très lentement et rester petites  
 ⇒ Pas de précipitation

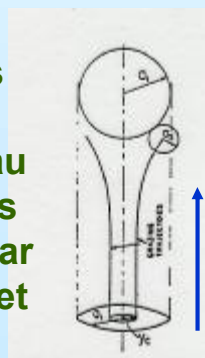
**Or la pollution liée à l'activité humaine produit de très petites particules d'aérosol.**

*La Nature réagit aux différentes populations d'aérosol*



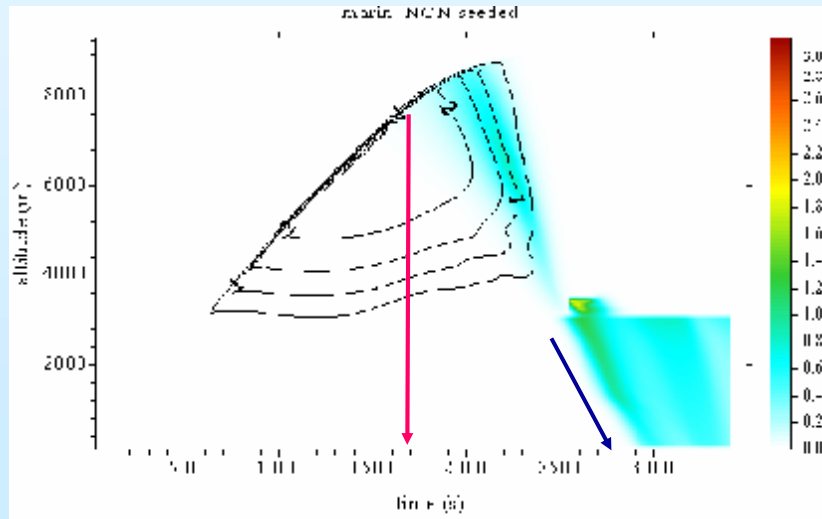
**Spectre d'aérosol Maritime :**  
 Particules plus grandes,  
 ~ 100 cm<sup>-3</sup>  
 Très solubles et salés  
 ⇒ Grosses gouttes  
 ⇒ Pas de problème pour produire des précipitations

**Les grosses gouttes grossissent au détriment des plus petites par coalescence et collision**



## Modélisation à l'Université de Clermont-Ferrand en 2005

Les Résultats: (spectre initial d'aérosols uniquement)



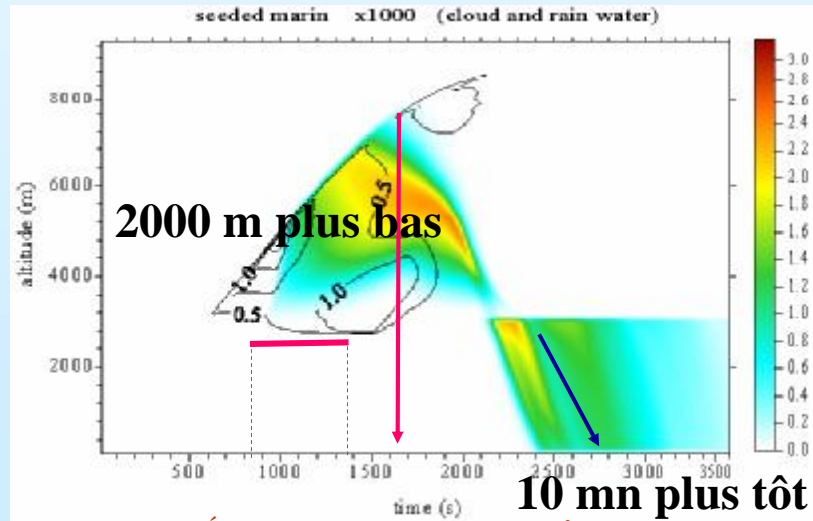
*Évolution du contenu en eau en  $g/m^3$ .  
L'eau nuageuse ( $r < 40\mu m$ ) en noir, l'eau précipitante en couleur*

*Et si maintenant on met des particules de sels hygroscopiques à la base du nuage, dans son flux de réalimentation?*



**Rabia Merrouchi, Delphine Leroy\* and Wolfram Wobrock\***  
*Direction de la Météorologie du Maroc, Casablanca*  
*\*Laboratory of Meteorology and Physics, Clermont-Ferrand, France*

## 4 fois plus de pluie et plus tôt



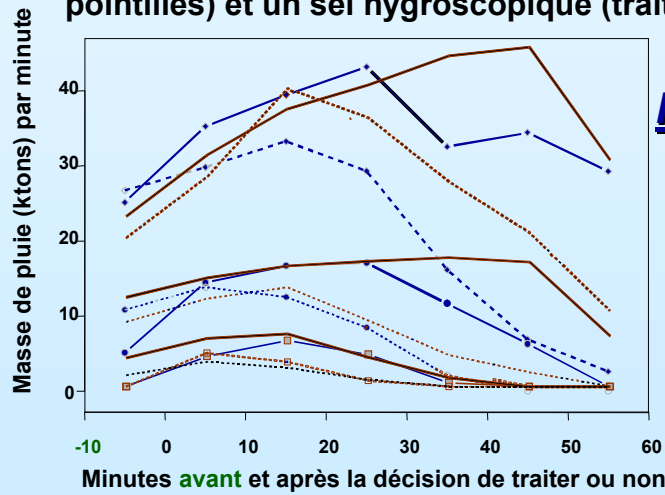
*Évolution du contenu en eau en  $g/m^3$ .*

*L'eau nuageuse ( $r < 40\mu m$ ) en noir, l'eau précipitante en couleur*

## Exemple de traitement en Afrique du Sud, à la base de régénérescence



**Résultats d'Afrique du Sud et du Mexique**  
 avec tirage au sort entre un *placebo* (traits pointillés) et un sel hygroscopique (traits pleins)



**Rendement**  
**accru de**  
**40 %**

**Avec plus de**  
**60% lorsque**  
**les conditions**  
**sont polluées**

Bruintjes 2005



Exemple au Burkina Faso en Août 2004. Photo 1 : 5mn avant traitement, photo 2 : 25 mn plus tard; 5 à 6 millions de m<sup>3</sup>

## Travail de recherche et de validation en cours

- Avec tirage au sort pour diminuer les risques d'interprétations subjectives
- des mesures d'aérosols et de noyaux de condensation complétées par le radar et TITAN
- Pour passer du terme de « faiseur de pluie » à celui d'une activité scientifique adulte et reconnue, comme on est par exemple passé, au 19 et 20<sup>ème</sup> siècle, du terme de « guérisseur » à celui de médecin, avec des hommes et des femmes qui se sont investis, suivant des principes scientifiques, malgré les tabous et les peurs naturelles de l'époque

WMO  
OMM

## Pour Revenir à la Moyenne- Garonne

- Mieux piloter les irrigations en investissant dans des outils précis et fiables de suivi en temps réel pour réduire les apports de -20 à -50 %
- Travailler avec tous les usagers et les partenaires de l'eau afin de mieux utiliser les eaux de surface et économiser les eaux profondes

## **Et en France**

- **Continuer le dialogue avec les Ministères de l'Agriculture et de l'Ecologie et du Développement Durable pour proposer des solutions aux côtés d'Adret et du BRGM en Charente Maritime et avec l'OMM et d'autres partenaires ailleurs**
- **Communiquer pour faire connaître ces solutions de manière à ce qu'elles soient praticables dans le cadre de la nouvelle loi sur l'eau (février ou mars 2006), de l'application de la directive cadre Européenne et des objectifs fixés pour 2015**

**MERCI**