



Green Golf Convention – 2014

Adaptation au changement climatique et pilotage de l'irrigation de précision

Optimiser ses arrosages par l'écoute du sol

Dr. Jean-François Berthoumieu

Mercredi 19 Novembre 2014

Adaptation au Changement Climatique
Association Climatologique de Moyenne Garonne (ACMG)
Aérodrome Agen 47520 – Le Passage – France
Tél : 05 53 77 08 48
acmq@acmq.asso.fr
jfberthoumieu@agralis.fr



PLAN

- 1. INTRODUCTION : PRÉSENTATION DE MON PARCOURS**
- 2. QUE PENSONS NOUS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET PERSPECTIVES ?**
- 3. COMMENT S'Y ADAPTER DURABLEMENT**
- 4. PRINCIPES D'OPTIMISATION DU PILOTAGE DE L'IRRIGATION AVEC AQUALIS ET SENTEK**



A.C.M.G
Créée en 1959

Association Climatologique de la Moyenne Garonne et du Sud-Ouest

Centre expérimental Climat de la filière Fruits et légumes du Bassin du Grand Sud-Ouest

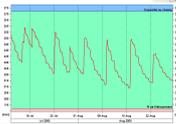
- Agro climatologie, Prévisions météo
- Adaptation au changement climatique, Climat - Energie
- Recherche appliquée sur le gel, la pluie, le stockage inter saisonnier de l'eau, l'agriculture de précision
- Services aux agriculteurs : irrigation, télédétection, cartographies SIG, ...
- Gestion de l'eau, sondes capacitives, outils de pilotage de l'irrigation

ACMG
Aérodrome d'Agen
47520 LE PASSAGE

Tel 33 553.77.08.40
Fax 33 553.68.33.99
acmg@acmg.asso.fr
www.acmg.asso.fr

Créée en 2003




Président : Jean-Claude BOYER
Directeur : Dr Jean-François BERTHOUMIEU
Deux Equipes de 10/12 personnes



OPTIMISER SON IRRIGATION PAR L'ECOUTE DU SOL

eau

irrigation

climat mesures

gestion



www.agralis.fr

David Airoidi, Technico-commercial dairoidi@agralis.fr
Agralis Services – Aérodrome d'Agen – 47520 Le Passage – 05 53 47 24 00 – 06 11 36 35 88



08.92.68.47.82

www.acmg.asso.fr



L'Association Climatologique de la Moyenne-Garonne et du Sud-Ouest (ACMG) propose aux agriculteurs et toutes personnes intéressées une assistance et des solutions techniques pour la gestion des aléas climatiques au quotidien.

Retrouvez les services de l'ACMG et de sa filiale Agralis-Services : prévisions météo, gel, climatologie, irrigation, agriculture de précision, pluie et grêle, environnement,...

ENTREZ >>>

ADAPTACLIMA II : participez à notre enquête !

Participez à l'enquête menée par l'Association Climatologique de la Moyenne-Garonne (A.C.M.G.), l'Agglomération d'Agen et la ville de Bordeaux. L'ACMG, en collaboration avec les pôles Développement Durable de l'Agglomération d'Agen et de Bordeaux, participe au projet européen **ADAPTACLIMA II**.

Le but est de réfléchir ensemble aux moyens pour s'adapter de manière durable au changement climatique et notamment face aux risques de réchauffement estival. Ce projet comprend une étude sociologique basé sur un questionnaire. Merci de nous accorder quelques minutes pour le remplir.

ACCEDER AU QUESTIONNAIRE

TELECHARGEMENT FICHIER

ASSEMBLEE GENERALE
> 24 janvier 2014

IRRIGATION de PRECISION
> TELERIEG 2012
> PRECIRIEG 2008
> Brochure Finale

RECHAUFFEMENT CLIMAT
> AdaptaClimat
> Climat et URBANISME
> Réchauffement CLIMAT

PUBLICATIONS OMM
> New concept of hail prevention using hydrosopie films
> Lakes of 2nd generation

Appui Technique aux Irrigants de Moyenne-Garonne
Référentiel de parcelles - 2014



Voir les courbes d'évolution des réserves hydriques

PDF
47

PDF
33

Télécharger le dernier Message Conseil Irrigation

Programmes Européens







ARVICLIM

Les arboriculteurs et viticulteurs français face au changement climatique

- Formation d'un réseau de 6 partenaires dans un projet (AAP de l'ADAR).
- 2005 / 2007

ADAR
agence de développement agricole et rural

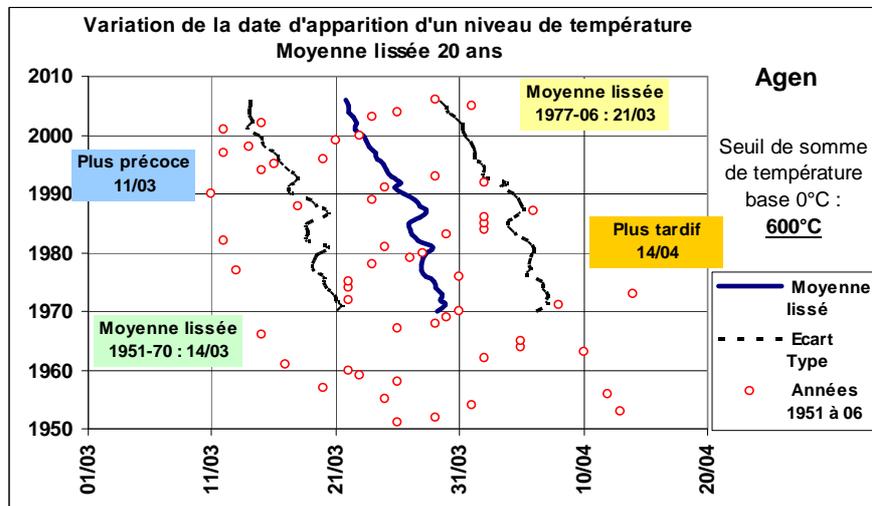
INRA **CRS**
Institut National de la Recherche Agronomique

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

A.C.M.G



Exemple du cumul de 600°C à Agen



Démontre une avancée de presque 10 jours en 40 ans

Association Climatologique de la Moyenne-Garonne

IRRIGATION DE PRECISION

L'Appui Technique aux Irrigants



A.C.M.G.
Aérodrome La Garenne
47520 Le Passage
05.53.77.08.40
climatologie@acmg.asso.fr
acmg@acmg.asso.fr



2013



50 ans d'expérience



1963



1993



2003



**L'irrigation de précision pour une
meilleure valorisation de la ressource
en eau**



Se poursuit
aujourd'hui
sur le terrain



SUDOE
IRRI GAT I O N

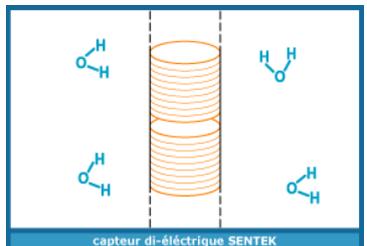


Principe de fonctionnement Des sondes capacitives

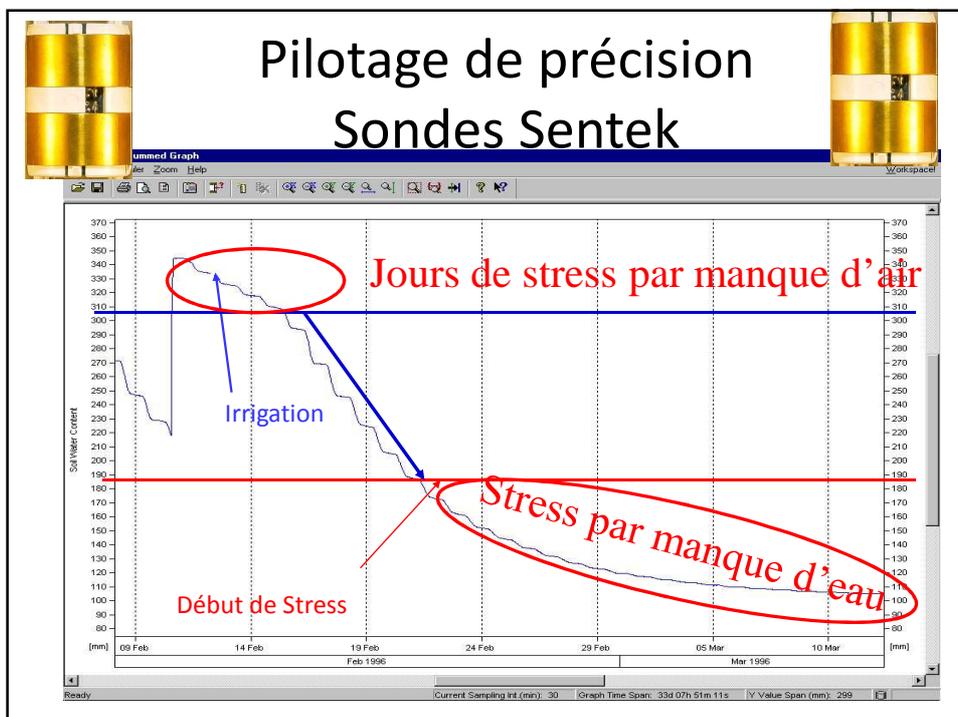




- C'est un condensateur
- Il se charge et se décharge
- On mesure la fréquence
 > 100 MHz



- Cette fréquence est en relation
directe avec la quantité d'eau
présente dans la zone de mesure
- Cela revient à
" Dénombrer les Molécules d'Eau "



APPUI TECHNIQUE AUX IRRIGANTS-Référentiel de parcelles

Les données et les conseils consultés correspondent

EARL BARES - LEVIGNAC DE GUYENNE (47)
Beterave Forte graines
Argilo limoneux
Coteaux Nord Lot

CONSULTER
Conseils

TELECHARGER
Données

Liste des graphiques

HUMIDITE Beteraves

Les 10 derniers jours

Historique

Données Conseils

Conseil particulier du Mercredi 23 Juillet 14 :
La consommation apparente dans votre parcelle est de 2,5 mm par jour.
Les réserves se situent dans le lit inférieur de la RPU.
Les températures remontent à partir de mardi pour dépasser dès jeudi les 30°. Quelques passages nuageux peuvent localement apporter des averse orageuses dans la nuit de mercredi, vendredi et samedi. Retour du beau temps chaud et sec en début de semaine prochaine.
Compte tenu du stade de la culture, un apport ne sera justifié que si le technicien semencier le pense nécessaire.
Pour ma part les irrigations ne sont plus utiles, d'autant que des précipitations sont encore possibles cette fin de semaine.
Dernier conseil.

Partenaires du programme

LOT-ET-GARONNE
Conseil général

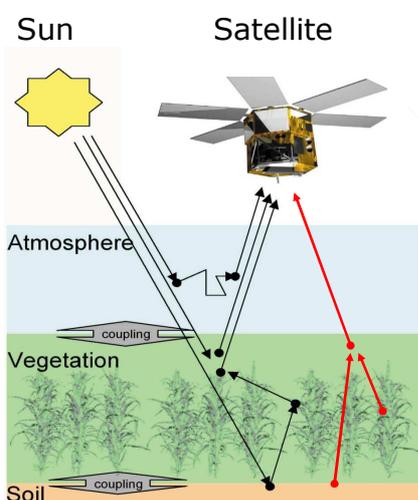
Partenaires du programme

Partenaires du programme

Neuf Partenaires du Sud-Ouest de l'Europe

<http://www.telerieg.net>

Prévoir d'intégrer dans peu de temps les nouveaux moyens par satellite



telerieg

Carte des températures
de surface

SUDOE
Interreg IV B
www.interreg-sudoe.eu

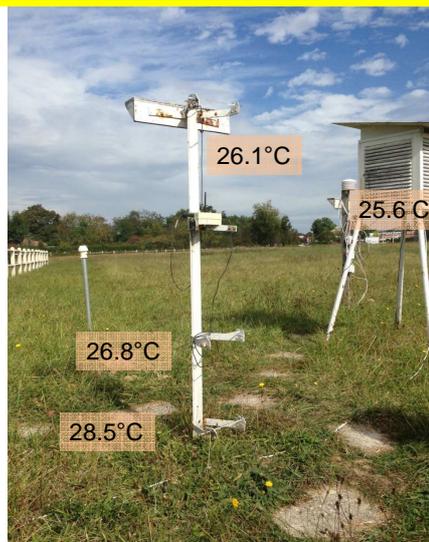
www.telerieg.net



On se souvient qu'en fonction de la hauteur de
mesure on observe des différences

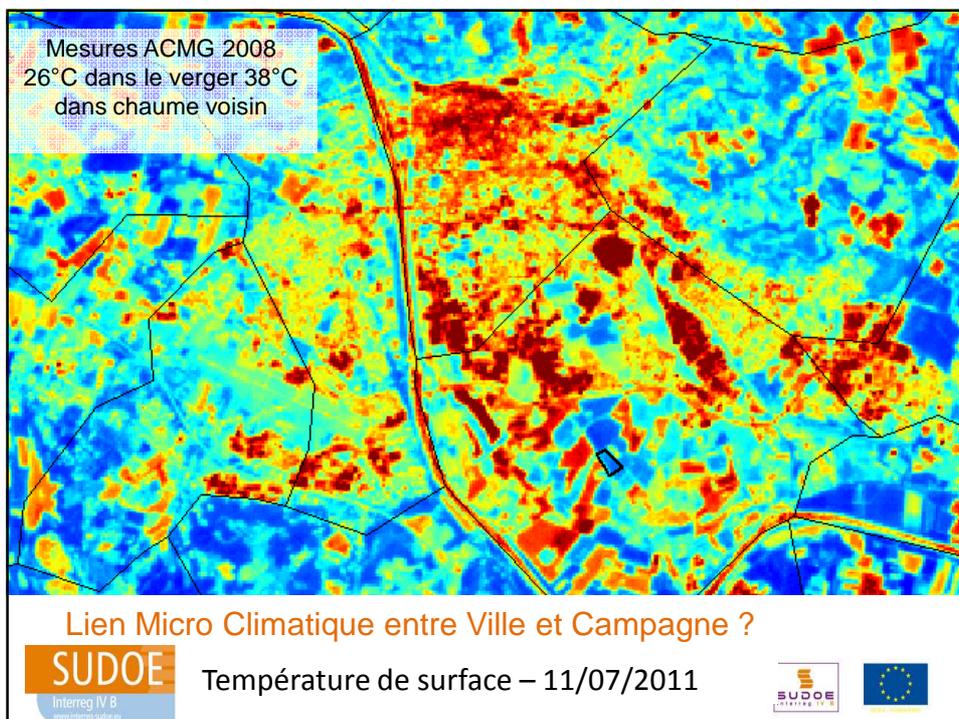
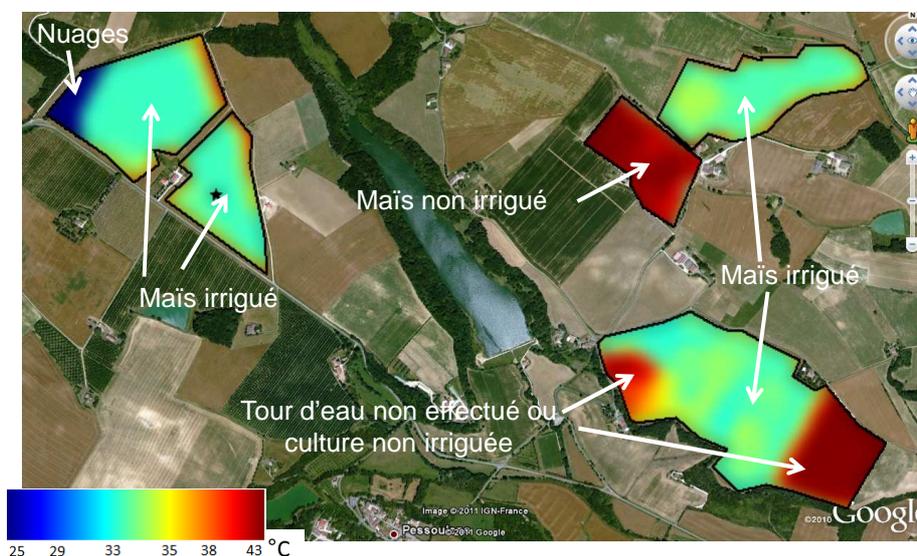
Exemple d'une
distribution verticale
de température en
milieu de journée
(le 08/10/2014 à
13h50)

Ce gradient est
inversé la nuit



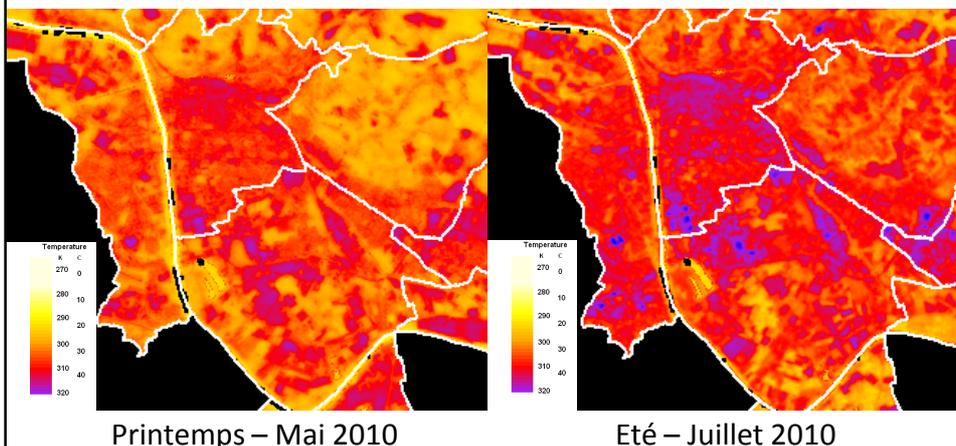
16

Exemple d'images obtenues à partir d'images thermiques du satellite Landsat; Traitement du 12/08/2011



L'EAU ET LA VEGETATION COMME MOYEN DE RAFRAICHISSEMENT NATUREL

Zoom Agen - Boé - Le Passage d'Agen



Source : PLU Communautaire Durable de la Communauté
d'Agglomération d'Agen (CAA)

19

Programme ADAPTACLIMA II Oct. 2012 / déc. 2014

PROJET EUROPÉEN
**ADAPTATION AU CHANGEMENT
CLIMATIQUE DANS LE SUDOE**

OBJECTIF GLOBAL

Renforcement de la protection et de la conservation
durable de l'environnement et du milieu naturel

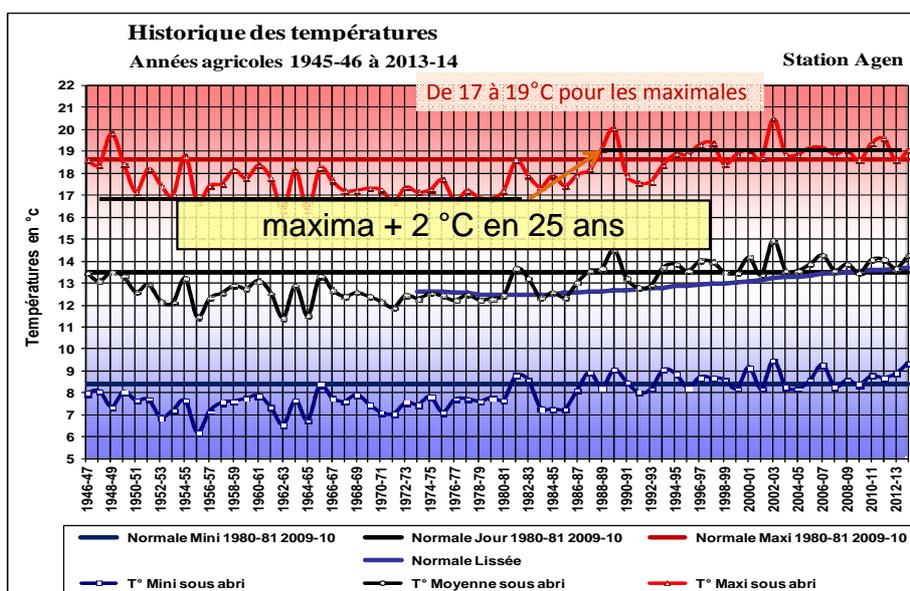


2.

QUE PENSONS NOUS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE ET PERSPECTIVE



Exemple: Sud-ouest de la France - Agen



Le réchauffement climatique est bien là!

CHANGEMENT CLIMATIQUE

Evolution des Normales sur 60 ans – Secteur Agen



Température Journalière Sous Abri

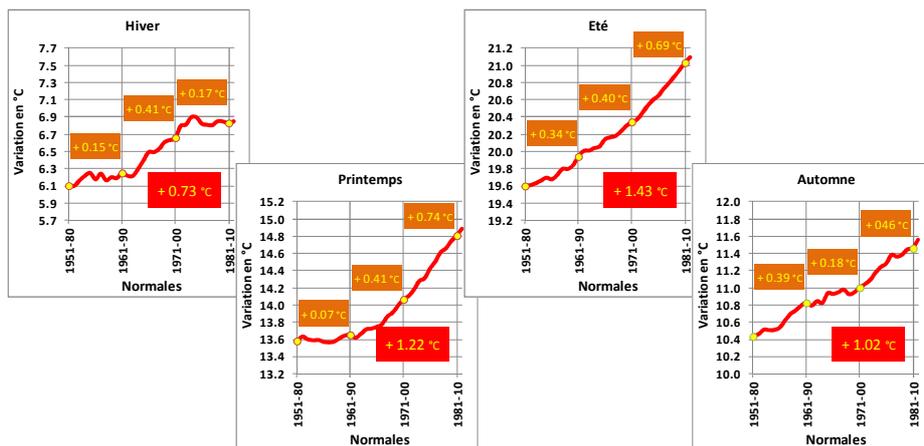
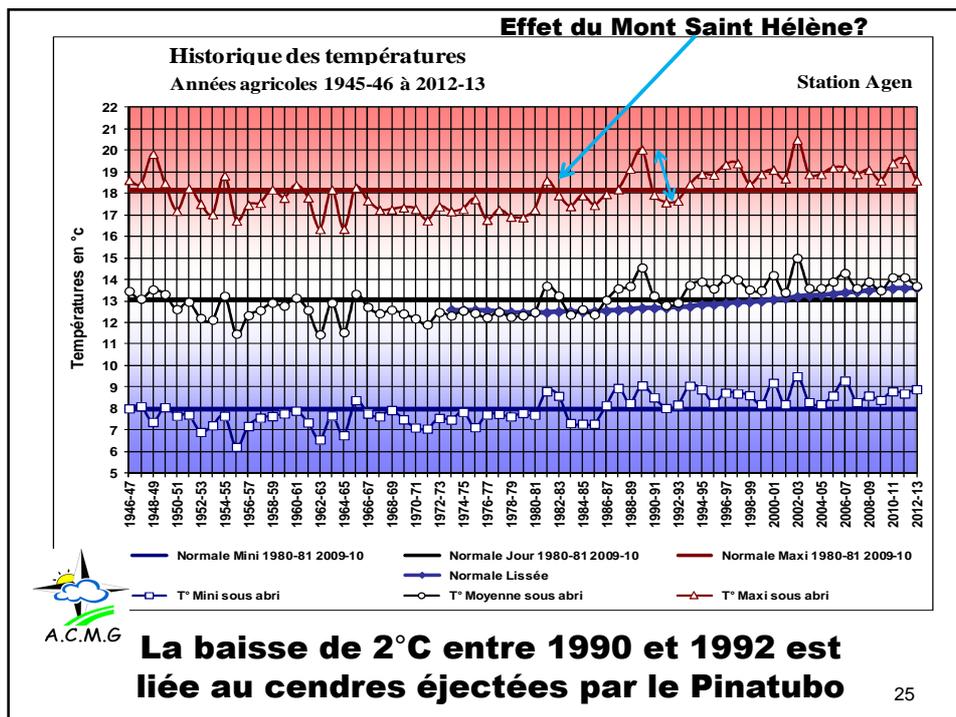


Photo of June 15, 1991 eruption of Mt. Pinatubo in the Philippines, which had a VEI of 6 and lowered world global temperatures by 1 degree Fahrenheit from 1991-1993.
(Image: USGS, by Dave Harlow)



En 1815 le Tambora!

- The amount of volcanic ash spewed into the atmosphere by Mount Tambora lowered global temperatures by as much as 0.7–1.3  F. Much cooler temperatures in many parts of the world the year after the eruption led to worldwide harvest failures, which is why that year is also known as the “Poverty Year.”

Science 14/04/2013

<http://membercentral.aas.org/blogs/scientia/year-without-summer>

CHANGEMENT CLIMATIQUE

- **Confirmé par les travaux du GIEC**
- **Les gaz à effet de serres sont responsables à plus de 90 % de la modification du climat actuel avec un réchauffement qui va se poursuivre**
- **et d'une augmentation de la variabilité de ce climat**

27

Rapide historique de notre compréhension du changement climatique

- Du temps d'Aristote au Moyen-âge
- Depuis que le travail scientifique apporte des connaissances
- Aujourd'hui et demain!

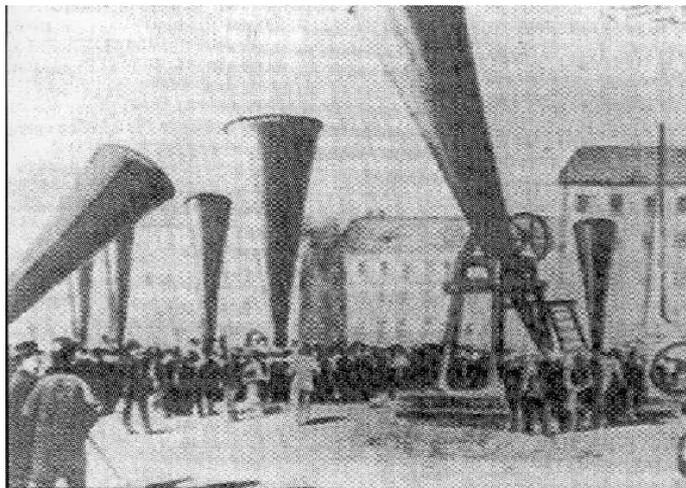


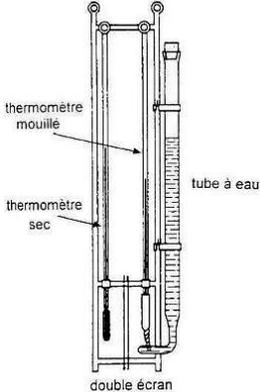
Dans *Meteorologica*, Aristote, - 384 à - 322, nous enseigne que “on obtient un processus circulaire qui suit la course du soleil ... qui circule vers le haut puis le bas et est constitué en partie d’air et d’eau.”



Il nous dit également que l’énergie sèche, le bruit, permet de lutter contre les orages et la grêle,

Face à un phénomène rare comme la grêle la croyance sur l’effet du bruit demeure et au début du XXème siècle la France est couverte de Canons paragrêle

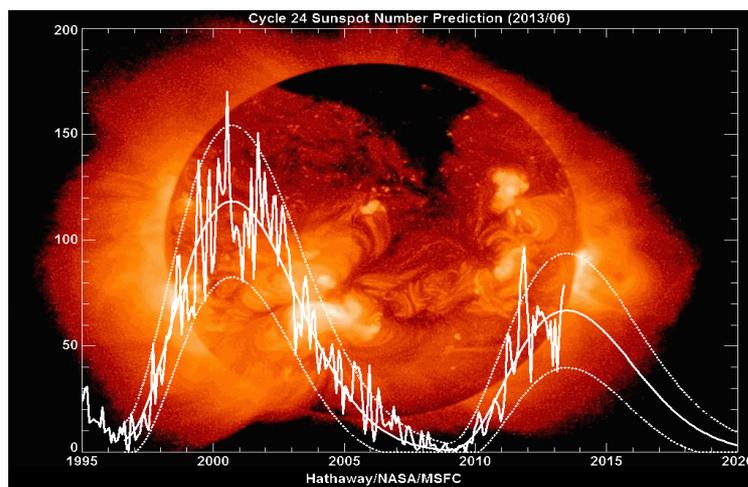


Au XIX et XXème siècle

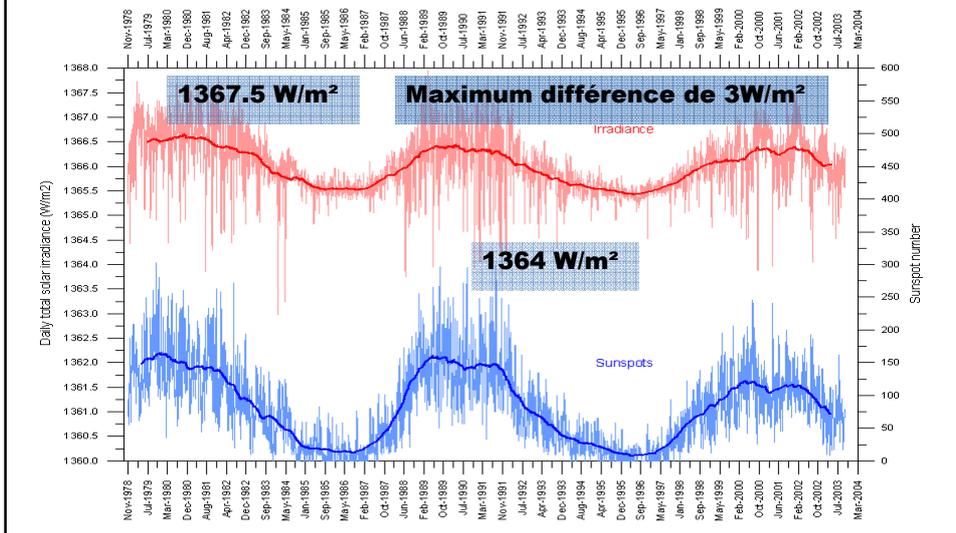
- Les moyens de mesure se développent
- La climatologie s'appuie sur des outils mathématiques comme les probabilités et il est possible d'imaginer les risques climatiques futurs
- La microphysique et la mécanique des fluides permettent d'expliquer et de modéliser les phénomènes atmosphériques

Dans les années 60 la variation du climat est supposée liée aux tâches solaires

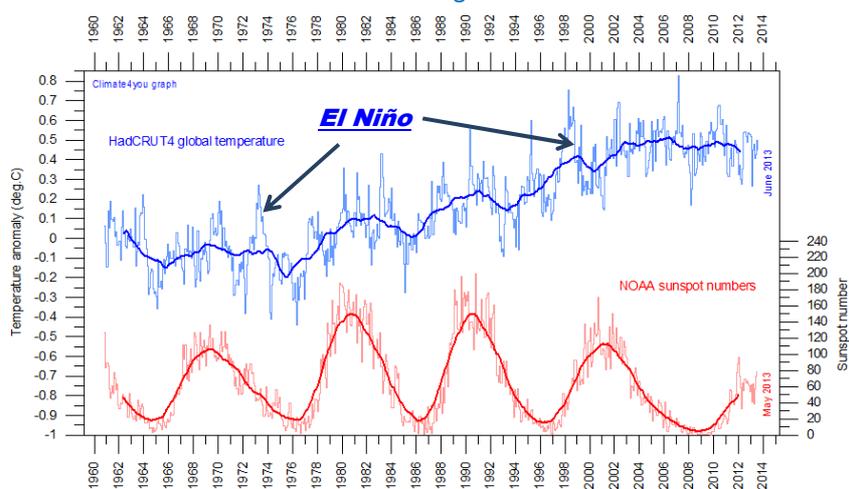


<http://solarwatch.wordpress.com/2013/06/08/are-nasa-noaa-admitting-the-solar-max-has-passed/>

Il existe bien une relation entre le nombre de tâches et l'énergie solaire incidente sur la terre



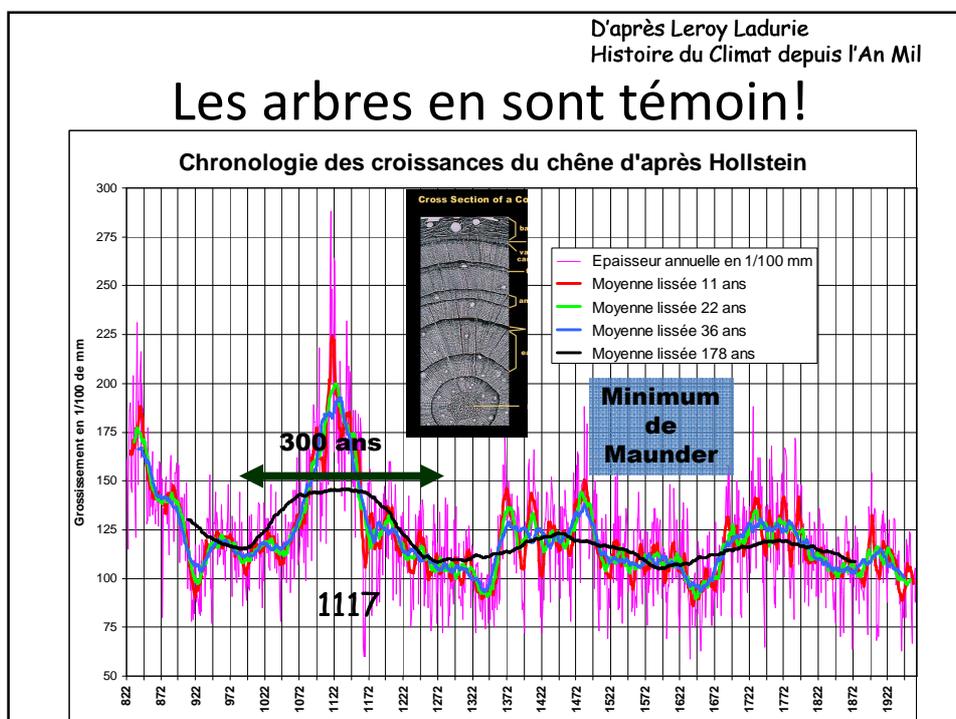
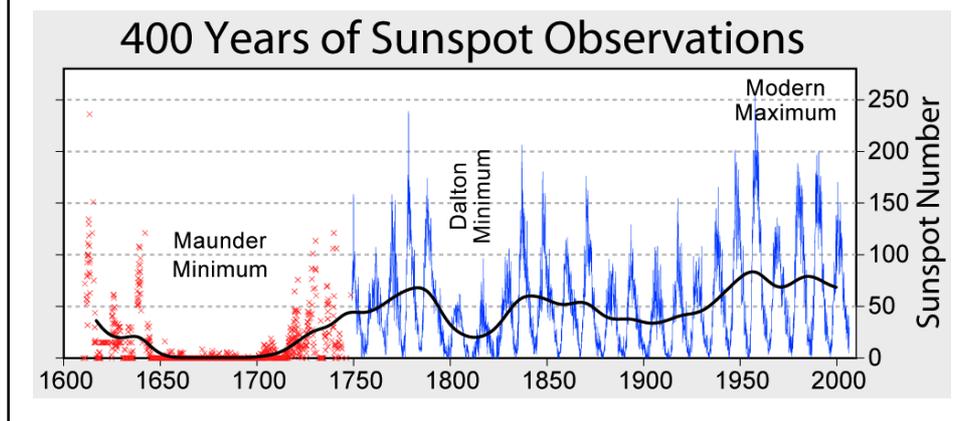
Evolution depuis 1960 de la variation moyenne globale de la température de l'air à la surface des continents (ligne bleue avec la moyenne lissée sur 37 mois en gras)



Evolution depuis 1960 du nombre de taches solaires observées

<http://www.climate4you.com/Sun.htm> Dr Ole Humlum Oslo

Et ces tâches sont observées depuis longtemps y compris quand il y a eu une période froide en Europe.



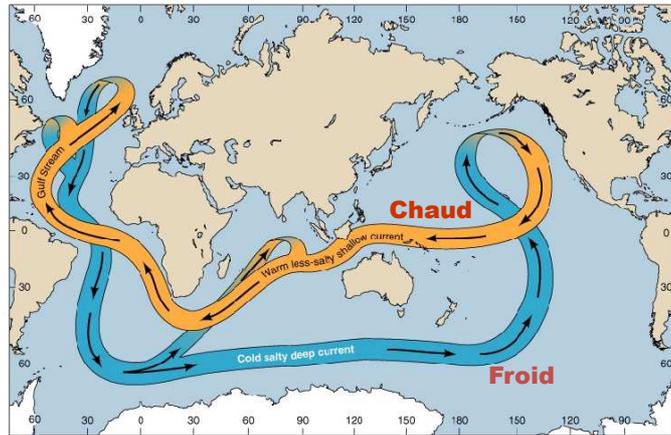
Deux axes de pensées imprègnent le monde scientifique

- **Ceux qui pensent que le climat est naturellement variable et que l'on doit comprendre ces fluctuations au regard de phénomènes naturels (soleil, courants marins, poussières des volcans et des météores ...)**
 - **Ceux qui pensent que, en plus de ces phénomènes, l'activité humaine modifie les équilibres d'échanges par rayonnement de la Terre**

Seule la mesure et les échanges de connaissance peuvent permettre de savoir qui a raison

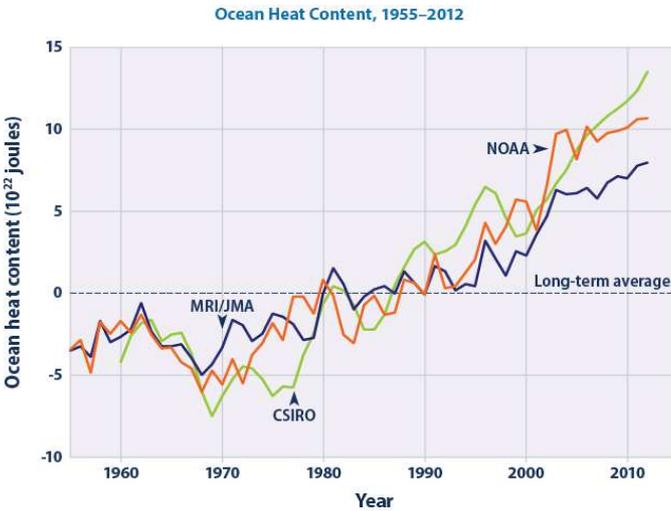
- **Dans les années 80 et début 90 c'est le premier camp qui domine en se basant sur de bonnes corrélations**
- **Par exemple il est démontré que des courants marins font remonter à la surface la mémoire de ce qu'il s'était passé au Moyen-âge quand il faisait plus doux**

Les courants marins agissent comme notre chauffage central



Copyright 1999 John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

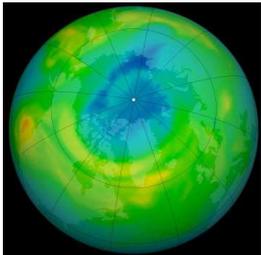
Transfert de chaleur de l'équateur vers les pôles et de froid des pôles vers l'équateur



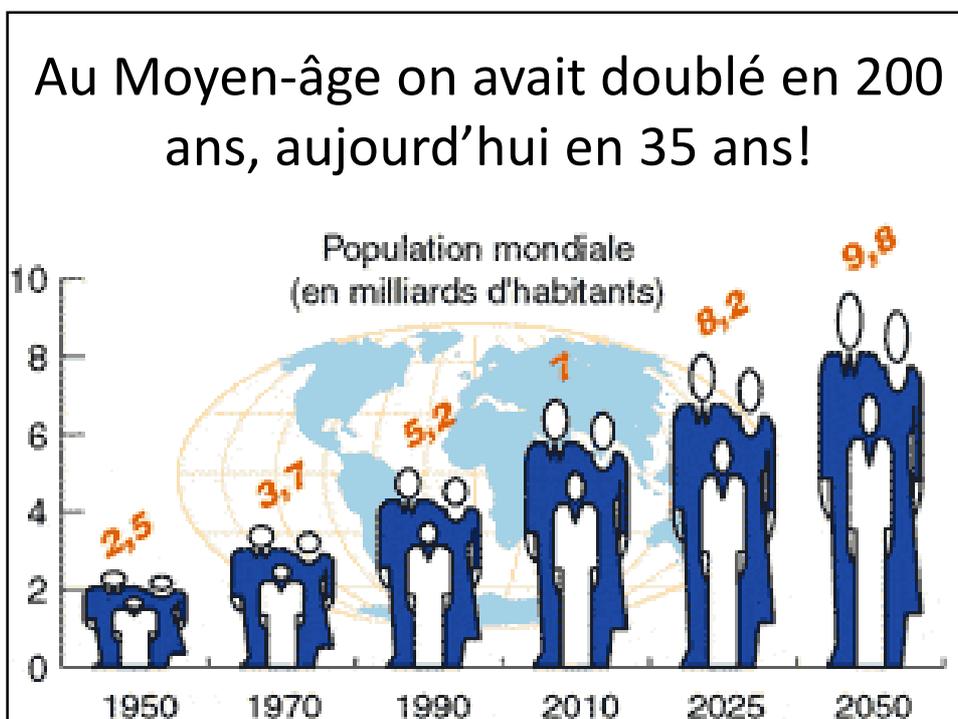
Data sources:
 • CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation). 2013. Data downloads: Sea level and ocean heat content. Accessed July 2013. www.cmar.csiro.au/sea/level/sl_data_cmar.html.
 • MRI/JMA (Meteorological Research Institute/Japanese Meteorological Agency). 2013 update to data originally published in: Ishii, M., and M. Kimoto. 2009. Reevaluation of historical ocean heat content variations with time-varying XBT and MBT depth bias corrections. *J. Oceanogr.* 65:287-299.
 • NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). 2013. Global ocean heat and salt content. Accessed July 2013. www.nodc.noaa.gov/OCS/3M_HEAT_CONTENT.

For more information, visit U.S. EPA's "Climate Change Indicators in the United States" at www.epa.gov/climate-change/indicators.

Premières mesures

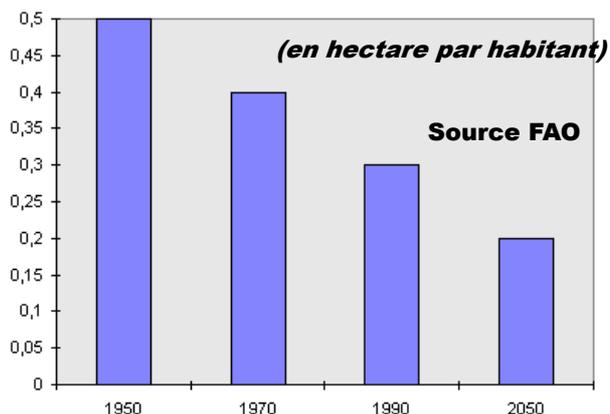



- Pour diminuer le risque de pluies acides à la fin des années 70 on installe des filtres à la sortie des cheminées d'usine
- On élimine le gaz fréon de nos frigos qui détruit l'ozone de la tropopause qui nous protège des Ultra Violet
- On constate que l'humanité se multiplie comme elle ne l'avait jamais fait auparavant



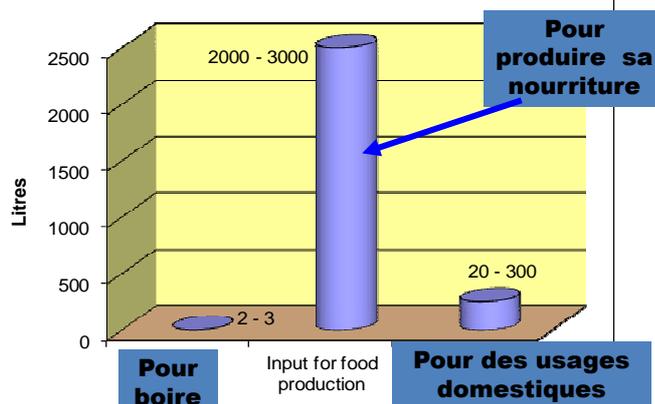
Des besoins pour nourrir 80 millions d'être humains par an en plus jusqu'en 2050 !!

- Au moment où la surface des terres fertiles diminue, car les villes progressent, 8% en France par an



DIMINUTION PRÉVISIBLE DES SURFACES CULTIVABLES PAR HABITANT

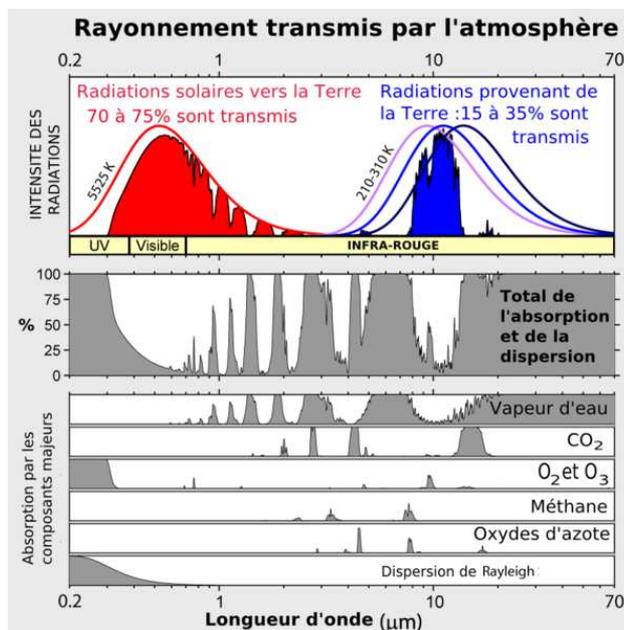
Consommation d'eau en litres par jour et par personne



Il faut entre 2 et 3 litres par jour pour satisfaire aux besoins biologiques (eau du robinet) d'une personne et environ 1000 fois plus pour produire sa nourriture.
Ou d'une autre façon il faut 1000 fois plus d'eau pour nourrir que pour rassasier une personne qui a soif!

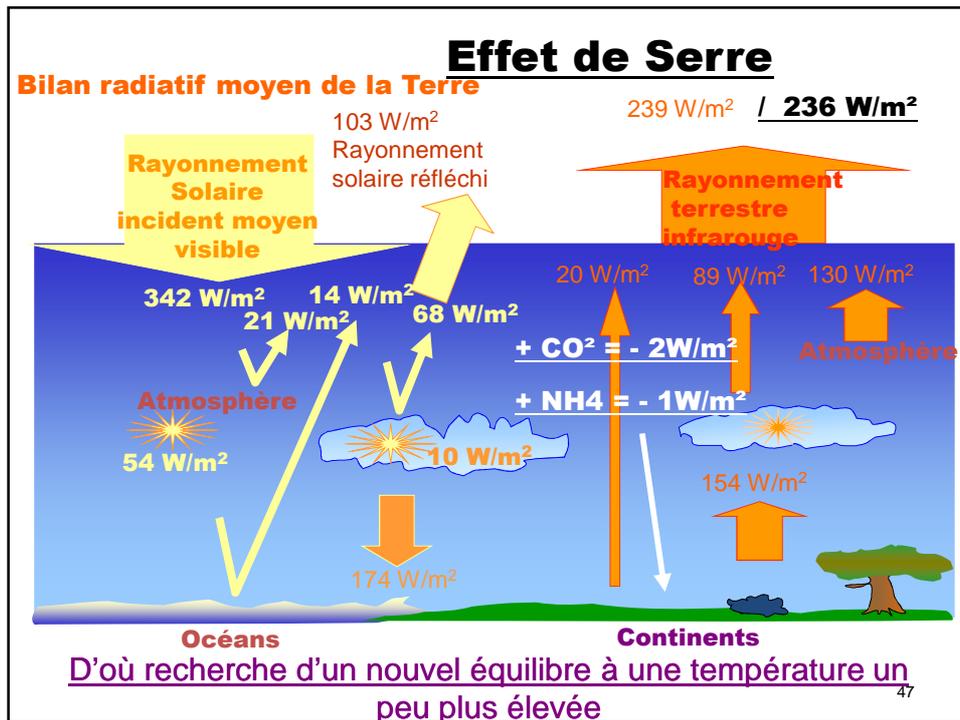
Revenons à ce que l'on pensait dans les années 90

L'effet des gaz à effet de serre (gaz carbonique CO₂, méthane CH₄, vapeur d'eau H₂O, la suie, ...) semblent être responsables des tendances observées du changement climatique

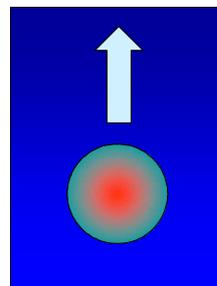
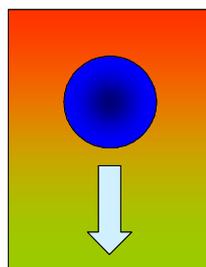


http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/77/Radiation_transmise.png

46

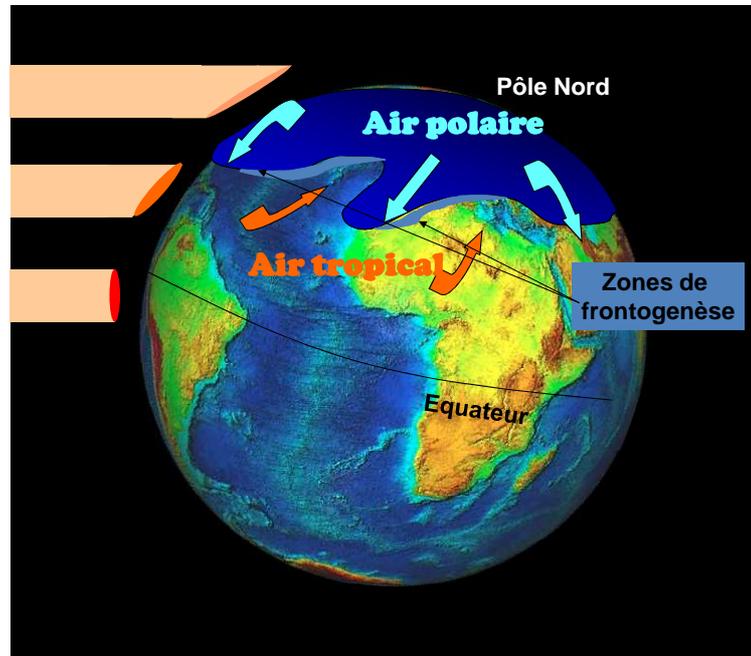


Une fois la chaleur du soleil stockée, cette énergie se déplace sur des supports liquides ou gazeux, surtout par convection, le principal moteur du transfert thermique dans l'air ou l'eau



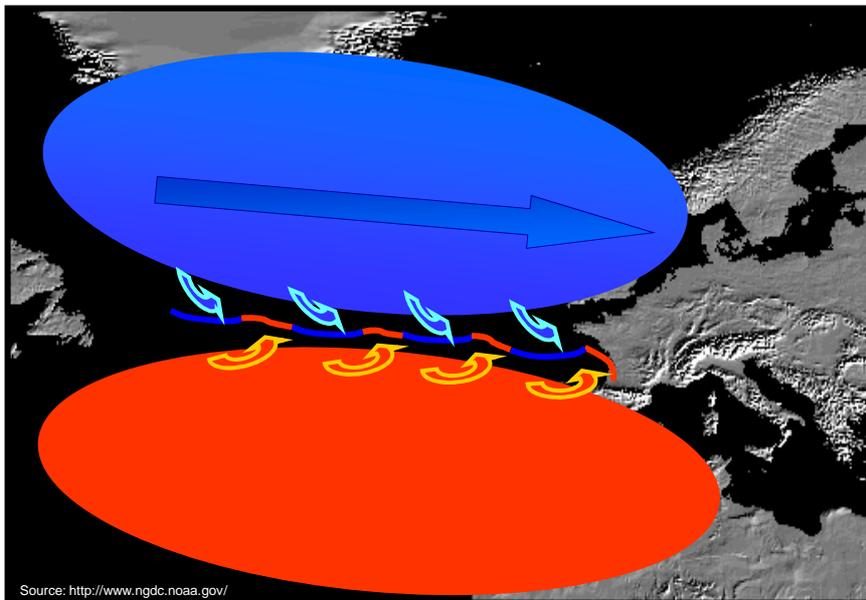
A l'origine des mouvements d'air dans l'atmosphère

Limites des masses d'air ou fronts.



49

La France est privilégiée car à l'aval des flux océaniques



Source: <http://www.ngdc.noaa.gov/>

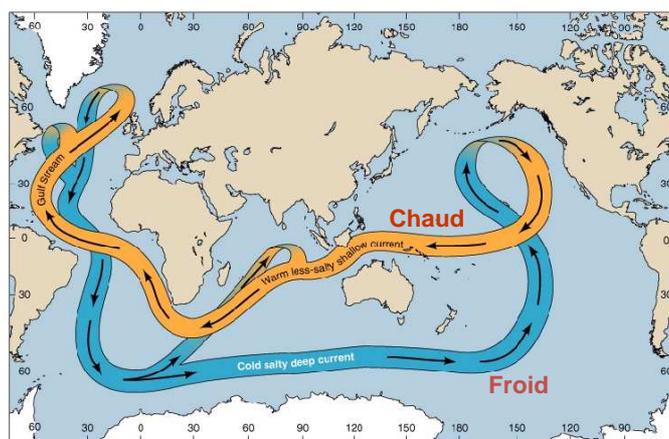
La pluie se produit à la rencontre des ces 2 masses d'air

Un autre transfert pour la planète par l'intermédiaire des courants marins

- Toujours par convection naturelle
- L'eau est capable de transporter environ **3430 fois plus de chaleur que le même volume d'air** ce qui rend les océans plus efficaces pour réguler la température au niveau de la planète.

51

Les courants marins agissent comme notre chauffage central



Copyright 1999 John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

Transfert de chaleur de l'équateur vers les pôles
et de froid des pôles vers l'équateur

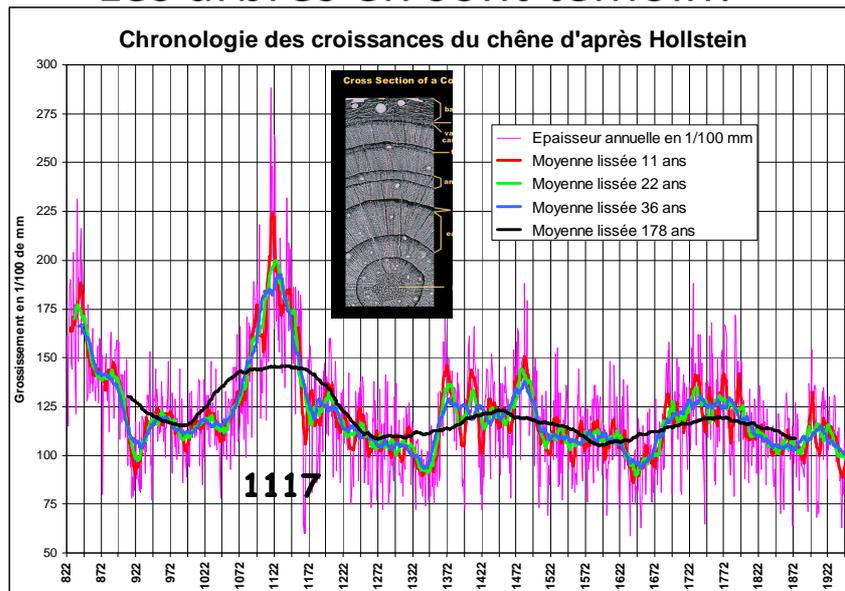
52

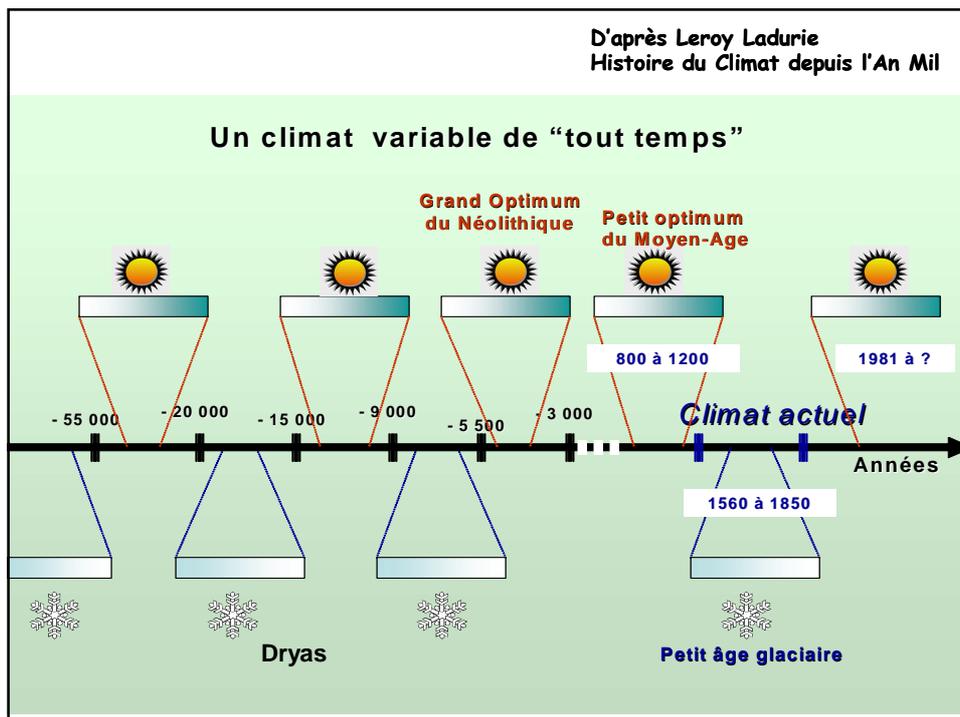
Que nous enseigne l'histoire du climat?

- **Qu'il a toujours été variable**
- **Qu'il faisait plus chaud au Moyen Age lorsque l'art Gothique remplace l'art Roman**
- **Mais sans que jamais le CO² n'atteigne les niveaux actuels!!**

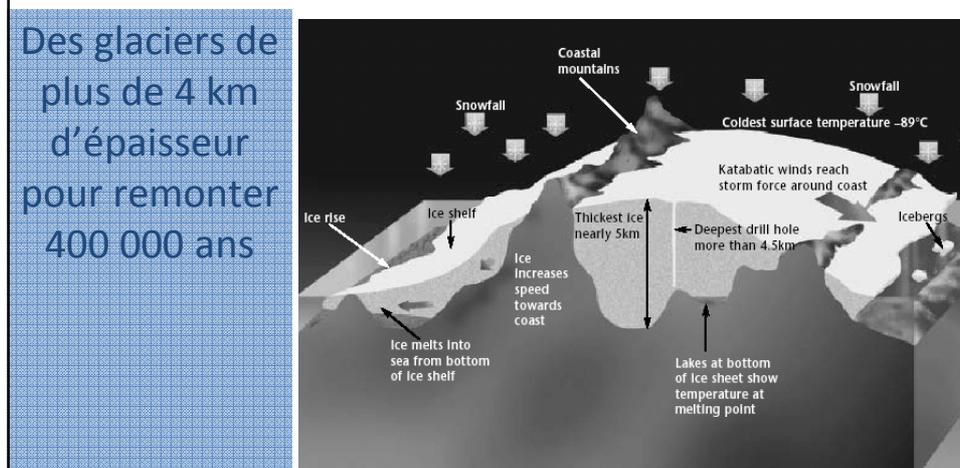
D'après Leroy Ladurie
Histoire du Climat depuis l'An Mil

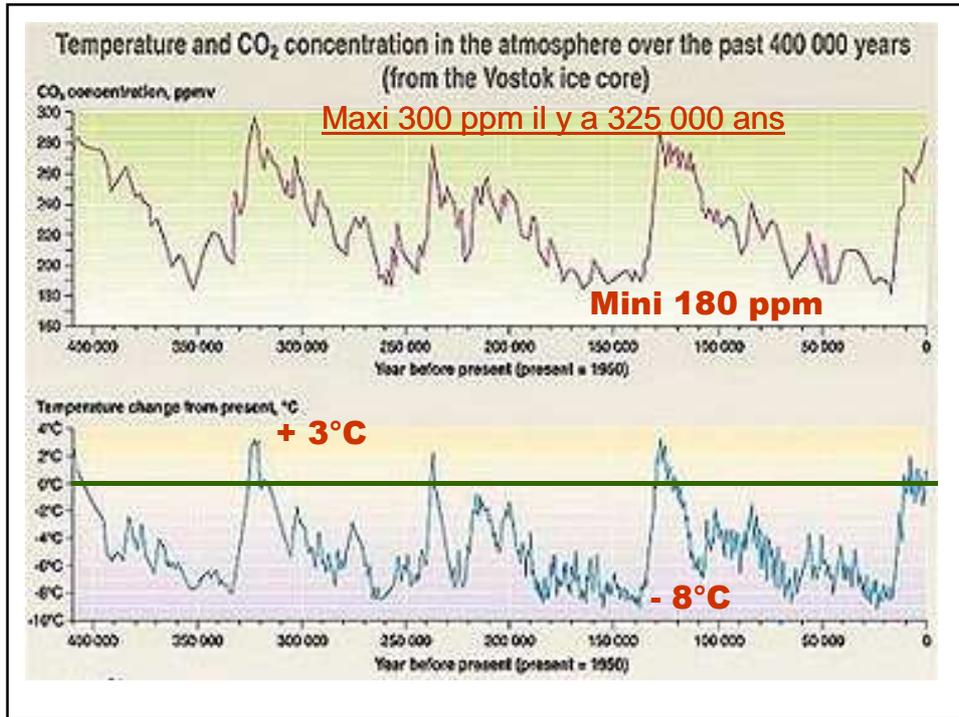
Les arbres en sont témoin!





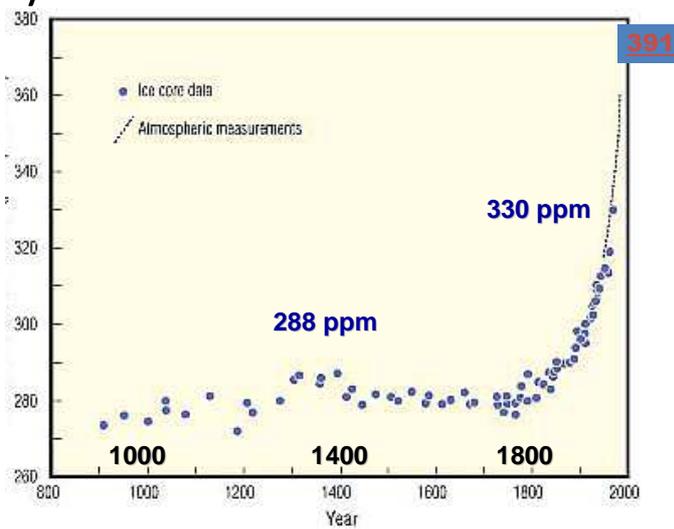
**Pour imaginer le futur, il faut
comprendre le présent et étudier le
passé
C'est ce que font les scientifiques
avec de plus en plus de moyens**



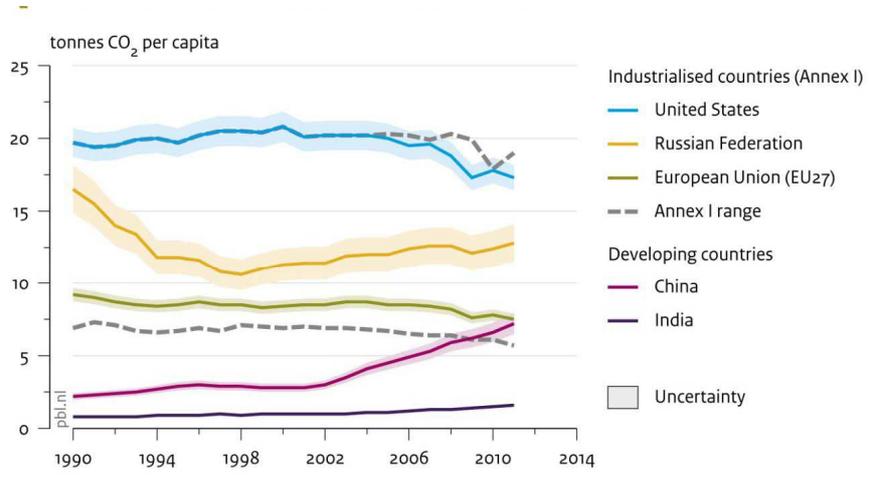


Alors qu'aujourd'hui on en mesure 391 et qu'à ce rythme on en aura 500 vers 2065!

CO₂ ppm



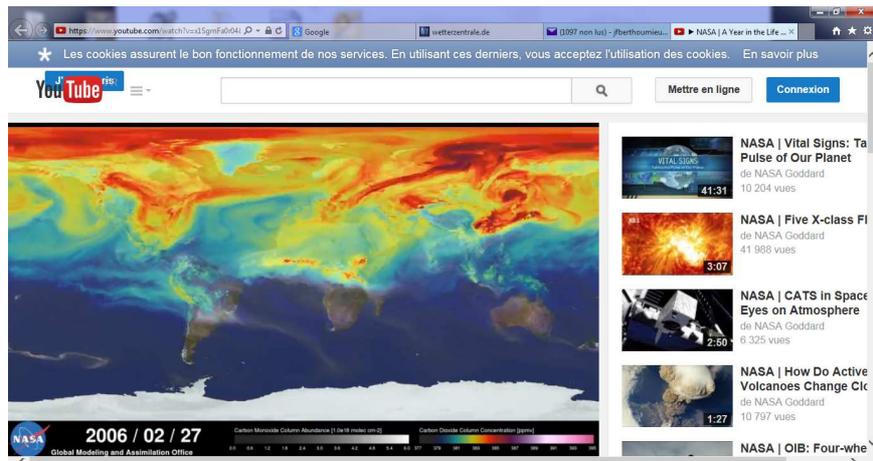
Emissions mondiales de CO2



Source: report: <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/CO2REPORT2012.pdf>

Hier à la NASA

<https://m.youtube.com/watch?v=x1SgmFa0r04>

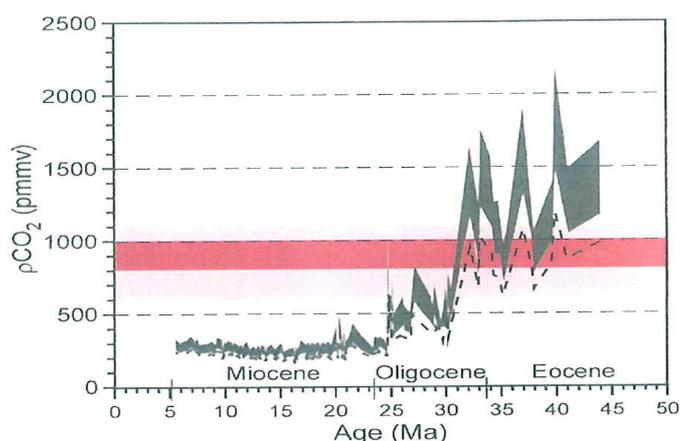


Comprendre notre passé Des leçons pour le futur de notre climat

- Durant l'été 2011 le conseil de recherche des USA a publié les travaux de géologues qui ont tenté de reproduire l'évolution du climat sur la Terre depuis 850 millions d'années à partir de l'analyse de carottes et de forages des roches et sédiments.

De: Understanding Earth's Deep Past, Lessons for Our Climate Future
National Research Council of national Academies. USA 2011
www.national-academies.org

Estimation du taux de CO² depuis 45 millions d'années à partir des sédiments



De: Understanding Earth's Deep Past, Lessons for Our Climate Future
National Research Council of national Academies. USA 2011
www.national-academies.org

62

Notre planète a souvent été plus chaude qu'aujourd'hui!

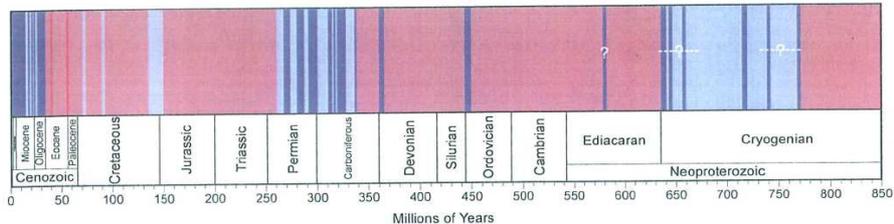


FIGURE 1.2 Although warmer greenhouse conditions (red-brown intervals) have dominated most of the past ~1 billion years of Earth's history, there have been extended periods of cool "icehouse" conditions (light-blue intervals) including intervals for which there is evidence of continental ice sheets at one or both poles (shown as darker blue bars). The question marks in the Cryogenian reflect uncertainties associated with the geographic extent and duration of inferred glacial events during this time (Allen and Etienne, 2008; Kendall et al., 2009). The Paleocene-Eocene Thermal Maximum and Mid-Eocene Thermal Maximum are shown as red bars. The current icehouse began ~34 million years ago with increased glaciation in Antarctica and accelerated with northern hemisphere glaciation over the past 3 million years.
 SOURCES: Compiled based on Miller et al. (2003); Montañez et al. (2007), Bornemann et al. (2008); Brezinski et al. (2008); Fielding et al. (2008); Zachos et al. (2008); and Macdonald et al. (2010).

De: Understanding Earth's Deep Past, Lessons for Our Climate Future
National Research Council of national Academies. USA 2011
www.national-academies.org

Hypothèse d'évolution du CO² atmosphérique selon les sédimentologues

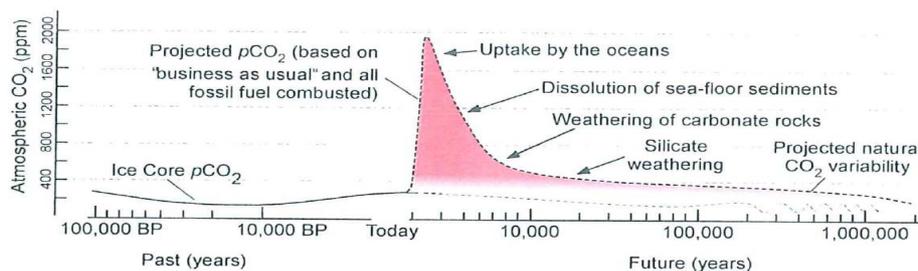


FIGURE 3.5 Graphic portrayal of the CO₂ "lifetime" assuming nonlinear CO₂ uptake kinetics by various short (decades to millennia) and long-term (10⁴ to 10⁵ y) surface and sedimentary carbon reservoirs. Projected natural CO₂ variability assumes 100 ky orbital control.
 SOURCE: Modified from Walker and Kasting (1992); B.B. Sageman, personal communication.

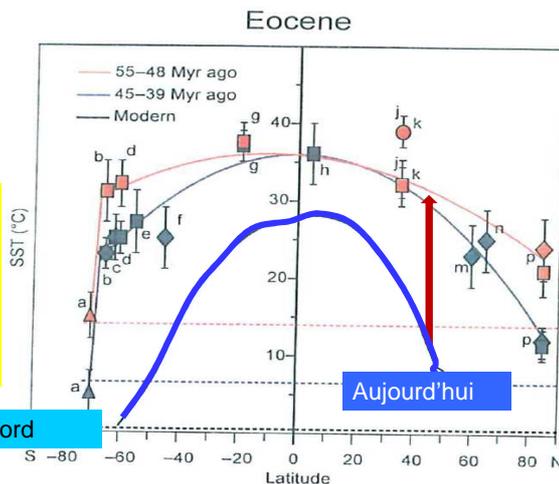
On serait d'ici 1000 ans comme durant l'Eocène ou la Terre était beaucoup plus chaude

Températures à la surface de la Terre à l'Eocène, il y a 40 millions d'année quand il y avait plus de 1000 ppm de CO² comparé à aujourd'hui

37°C à l'équateur
soit 9°C en +

A nos latitudes on passerait de 13°C aujourd'hui à 28° ou 30°C, soit un climat tropical

+15°C de plus au pôle Nord



Le débat s'anime maintenant autour de deux thèmes complémentaires

- Diminuer à la source les gaz à effet de serre
- S'adapter à ce changement



Cependant il demeure encore des incertitudes et donc:

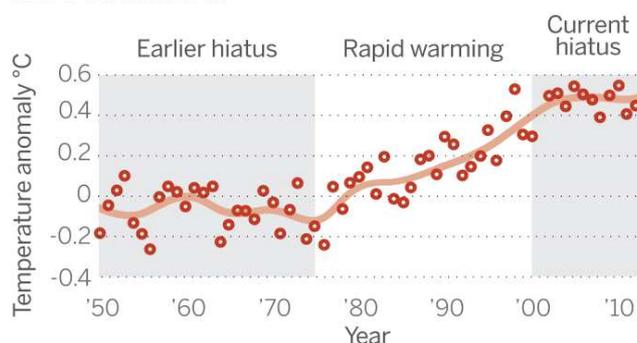
- Besoin de poursuivre des travaux scientifiques pour modéliser plus fidèlement l'évolution la plus probable
- Sachant que la complexité des phénomènes est immense

Mais ce qui est certain, c'est que à notre échelle il faut s'y préparer en réduisant au plus vite nos gaspillages de CO² et en s'y adaptant tout en s'appuyant sur des principes durables!

Un Hiatus dans l'augmentation des températures

Warming takes a pause

After a rapid rise, global mean temperatures have stabilized.



Source: Xianyao Chen/Ka-Kit Tung

E Kintisch Science 2014;345:860-861



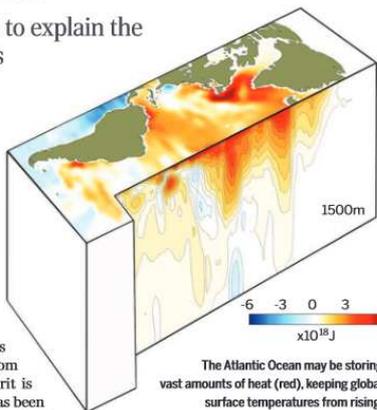
L'océan comme lieu actuel de stockage

Is Atlantic holding Earth's missing heat?

New leads in the hunt to explain the global warming hiatus

By Eli Kintisch

Armchair detectives might call it the case of Earth's missing heat: Why have average global surface air temperatures remained essentially steady since 2000, even as greenhouse gases have continued to accumulate in the atmosphere? The suspects include changes in atmospheric water vapor, a strong greenhouse gas, or the noxious sunshade of haze emanating from factories. Others believe the culprit is the mighty Pacific Ocean, which has been sending vast slugs of cold bottom water to the surface.

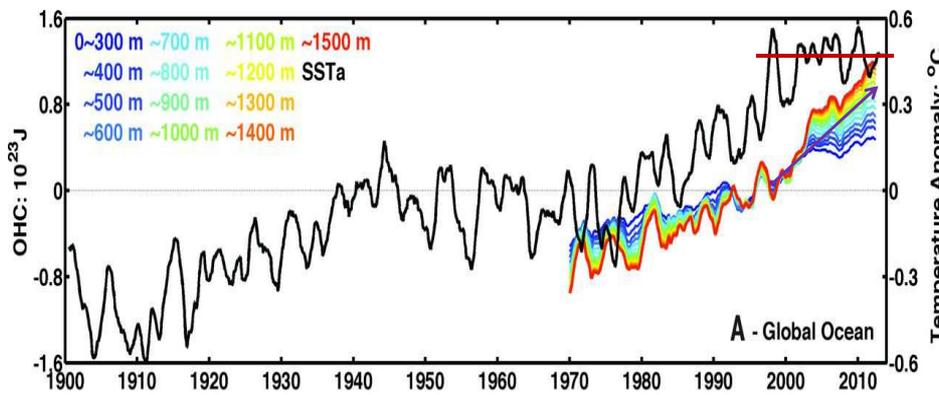


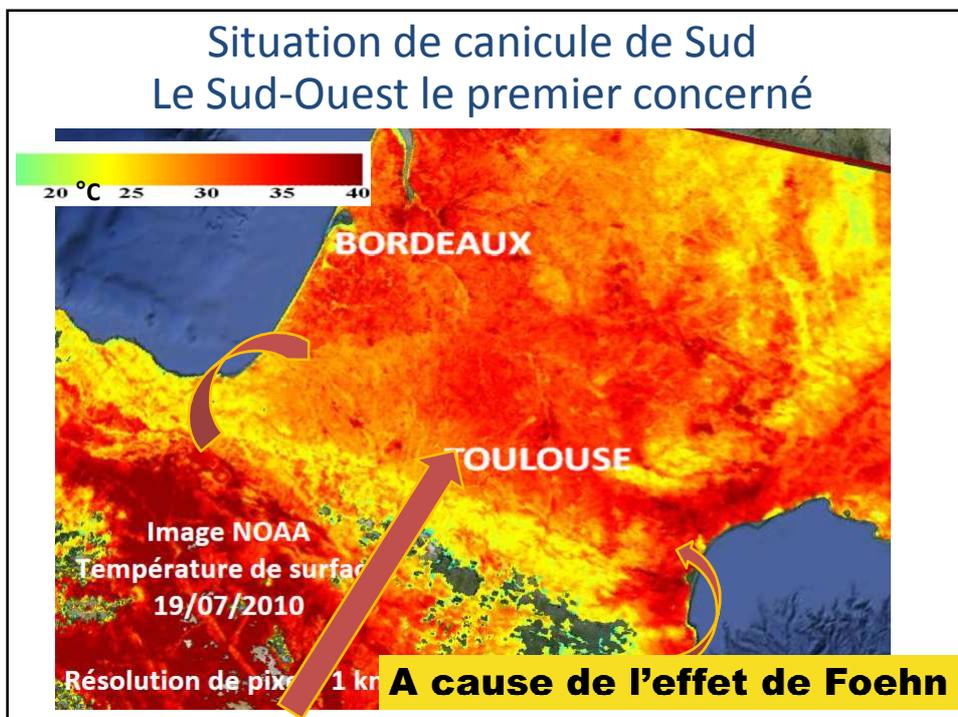
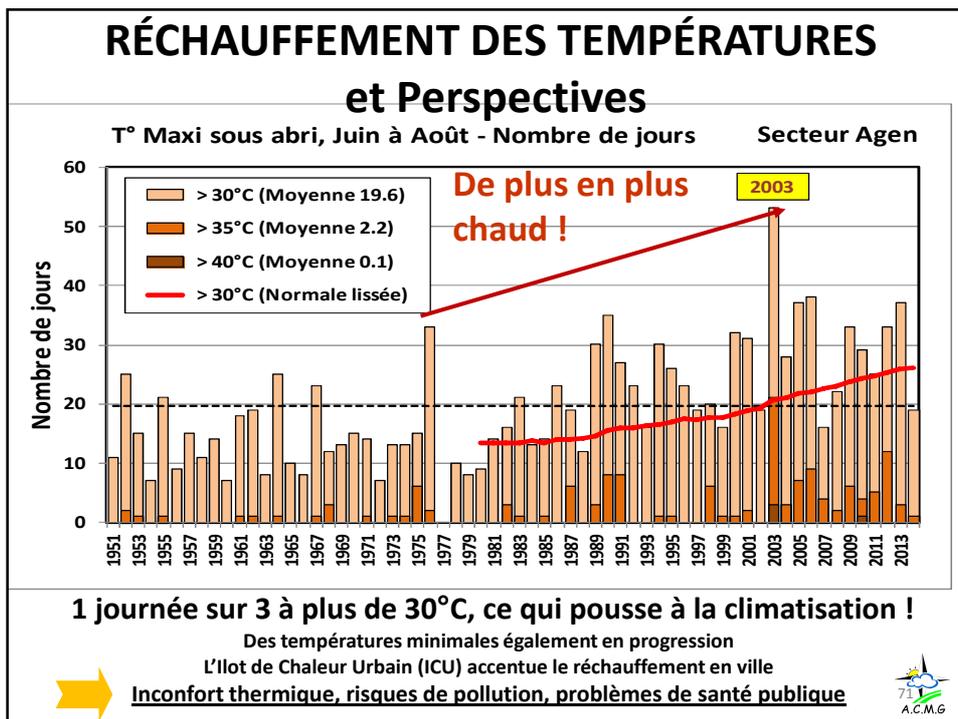
The Atlantic Ocean may be storing vast amounts of heat (red), keeping global surface temperatures from rising.

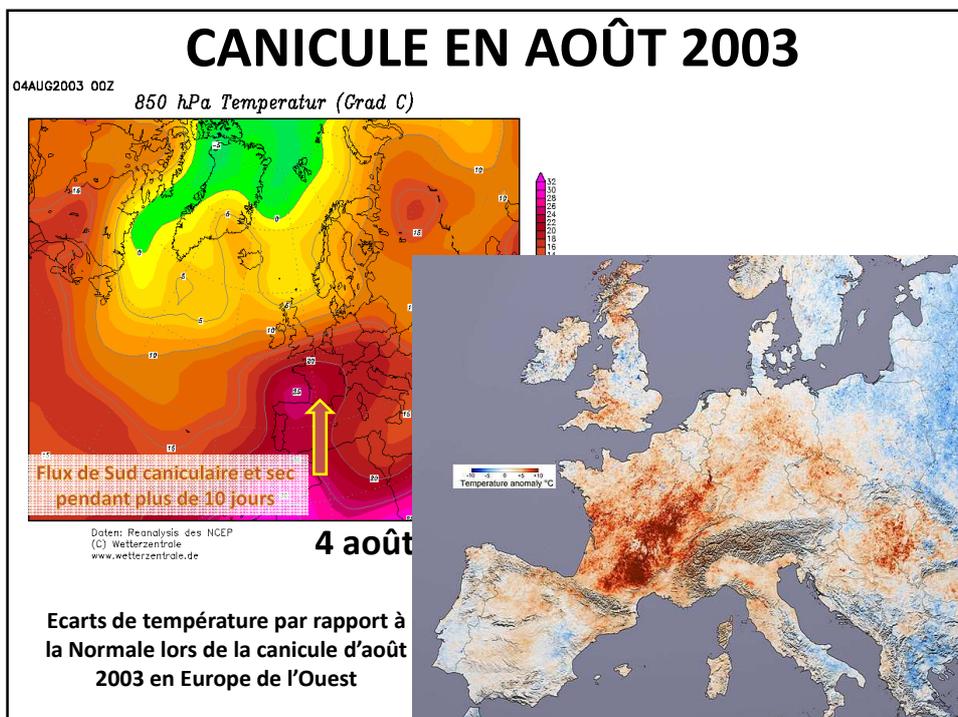
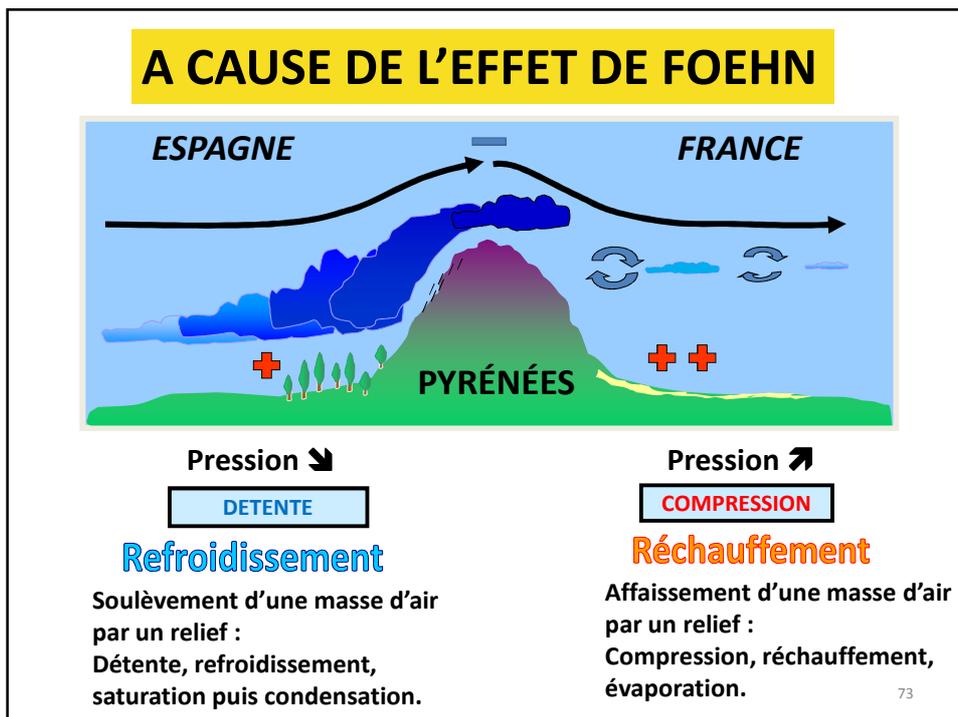
online in *Nature Climate Change* on

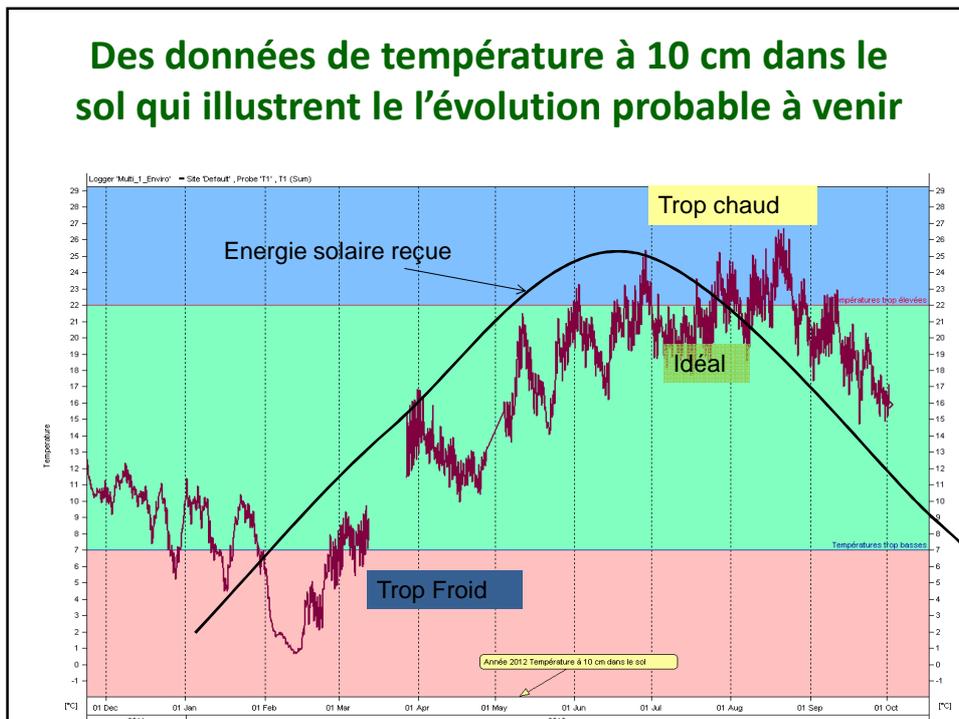
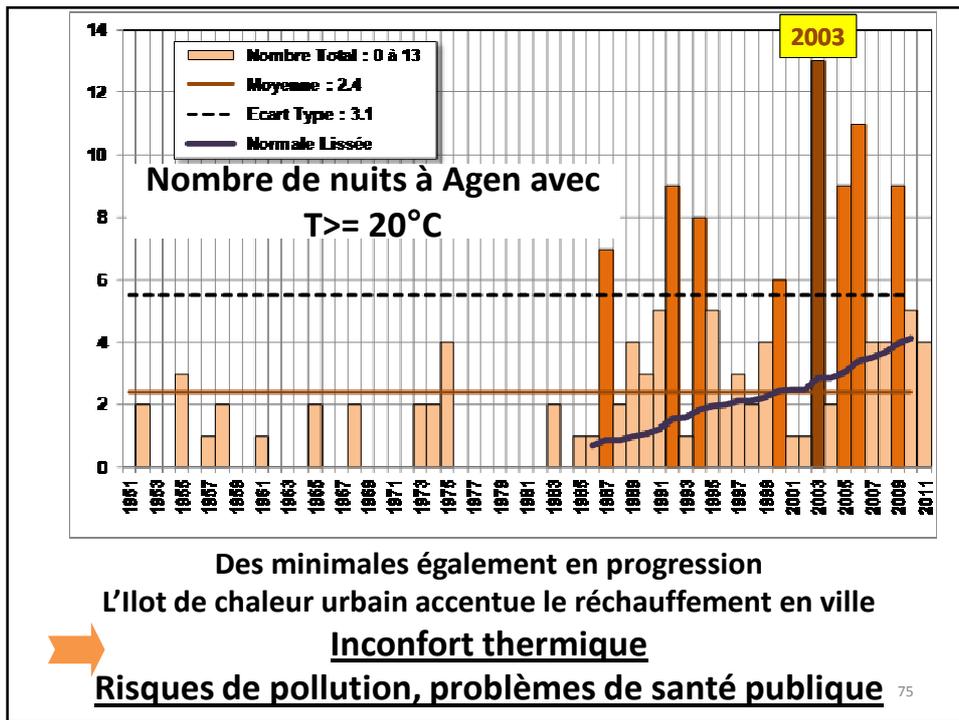
encemag.org on August 25, 2014

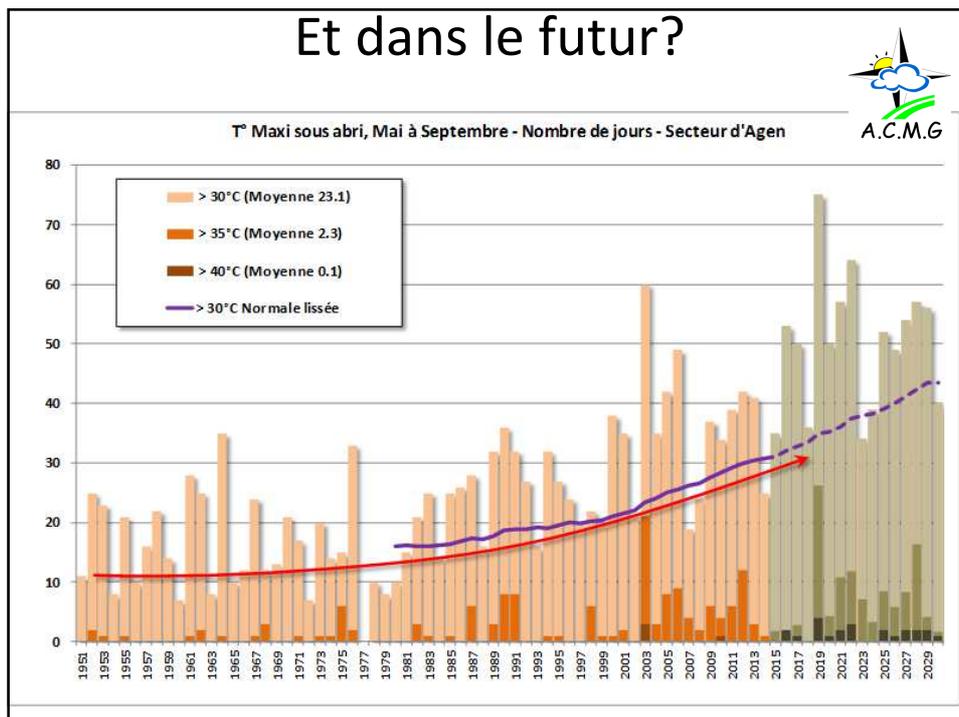
Evolution des températures moyennes sur la terre et en mer à différentes profondeurs









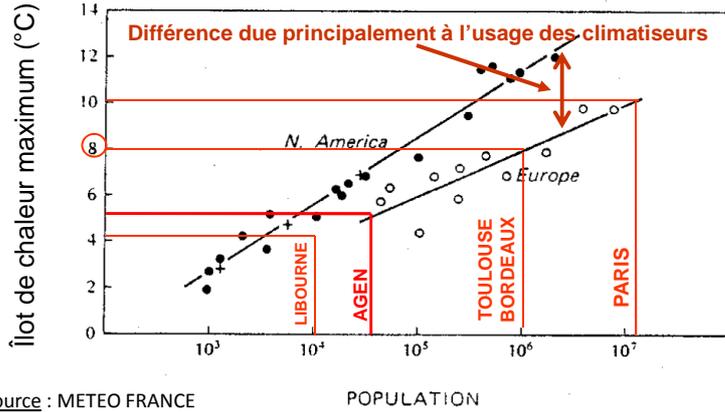


Sur quels principes durables peut on s'adapter?

- Une agriculture organique irriguée de précision
- Une réduction des besoins énergétiques basés sur des ressources fossiles qui ramènent dans l'atmosphère du carbone sédimenté il y a des millions d'années
- Par exemple en évitant de promouvoir la « Clim » en été que les poussées chaudes de Sud rendent parfois nécessaires

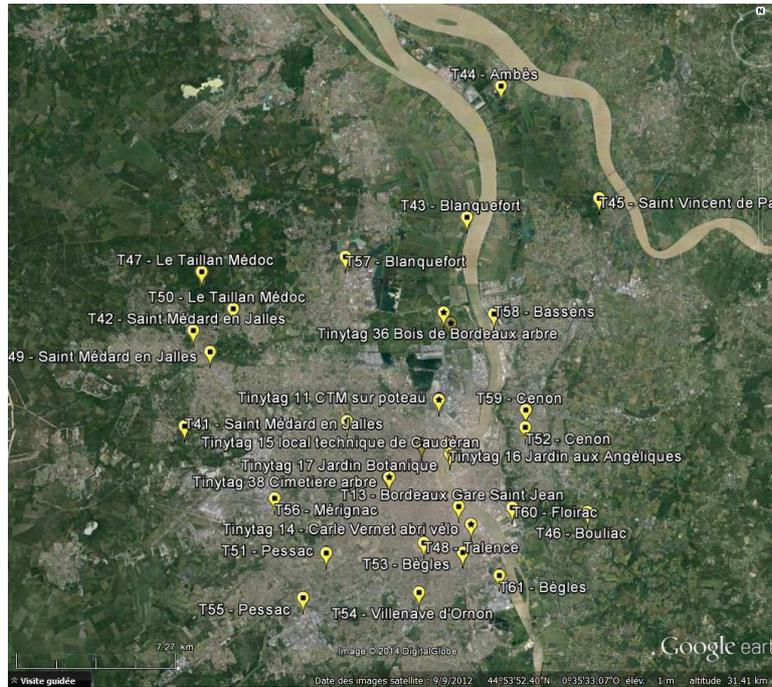
ILOT DE CHALEUR URBAIN : Zone urbaine où la température est plus élevée que dans les zones rurales environnantes en fonction de l'urbanisation, la minéralisation et la chaleur anthropique (chauffage, climatisation, industries, circulation automobile, etc.)

ILOT DE CHALEUR URBAIN SELON LA TAILLE DE L'AGGLOMÉRATION

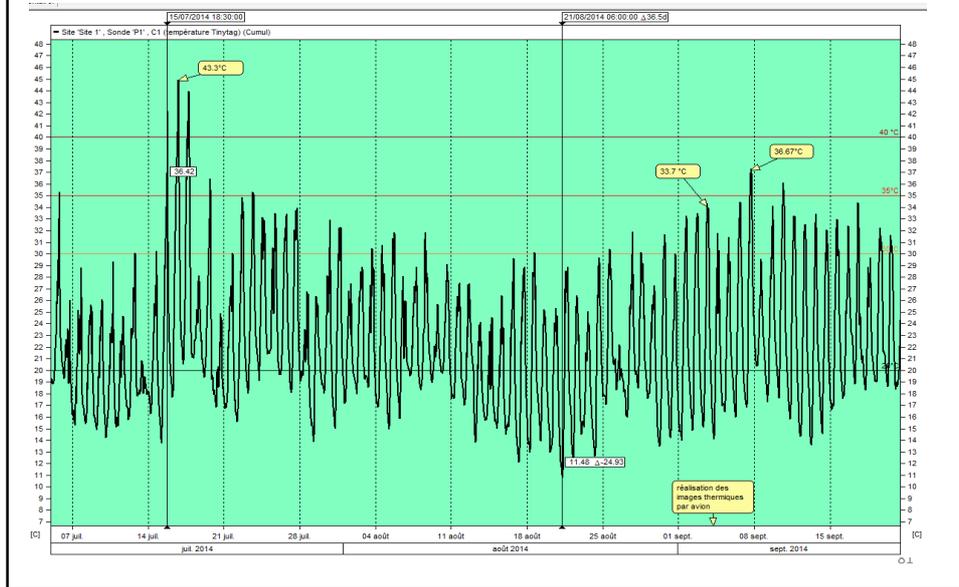


79

Réseau de mesures fixes été 2014 CUB

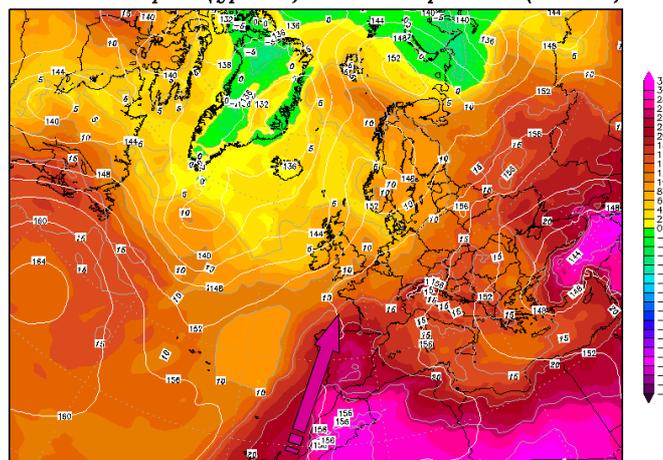


Exemple d'un secteur chaud: l'école élémentaire Magonty à Pessac, vers 2 mètres

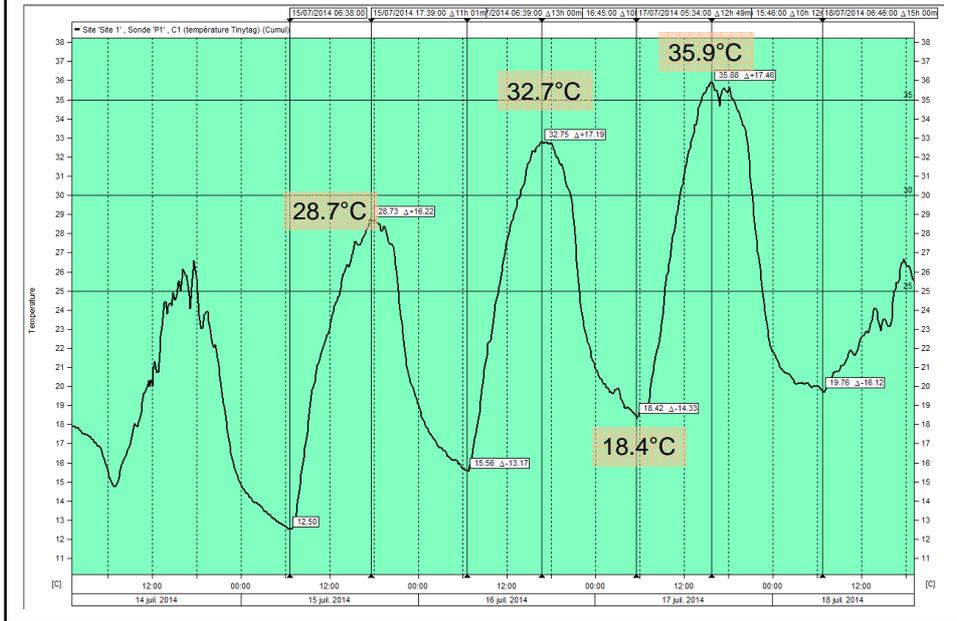


Le maximum de l'été, le 16 juillet 2014 avec 33.7°C à Carcassonne

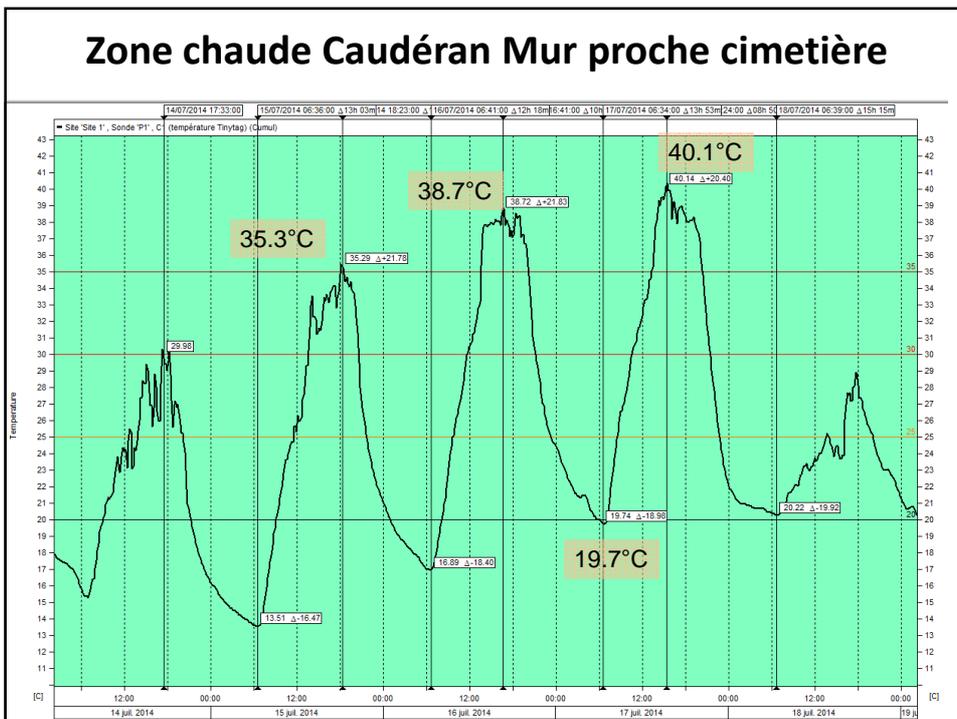
16JUL2014 12Z
850 hPa Geopot. (gpdam) und Temperatur (Grad C)



Exemple d'un bosquet de charmes au bois de Bordeaux



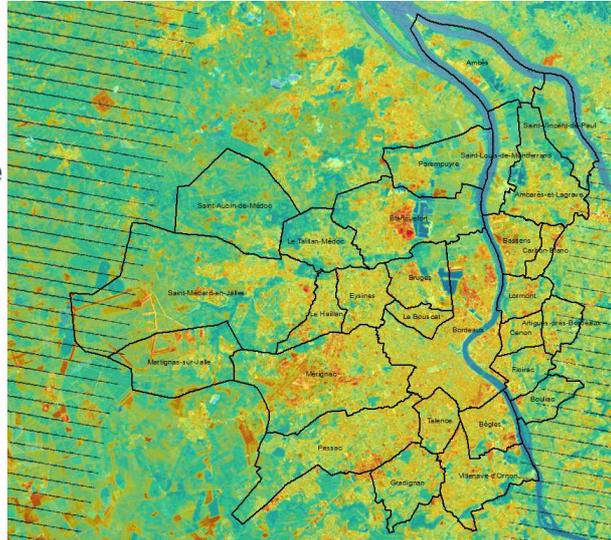
Zone chaude Caudéran Mur proche cimetière



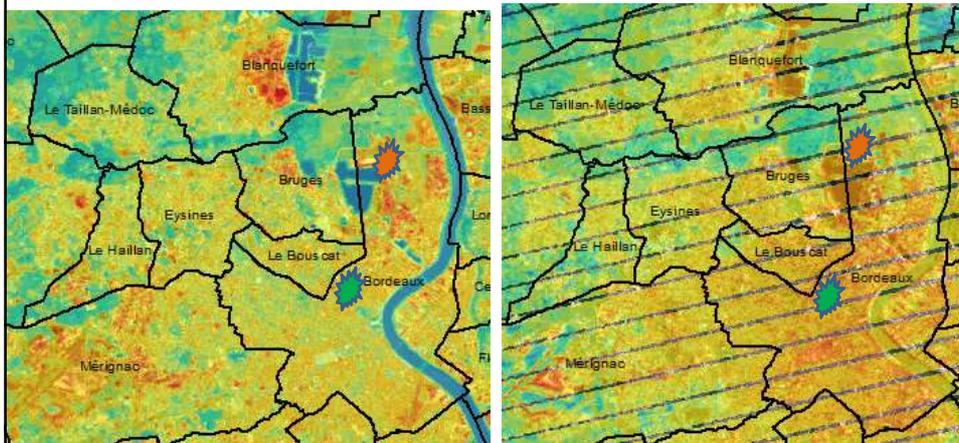
Confirmé par satellite thermique

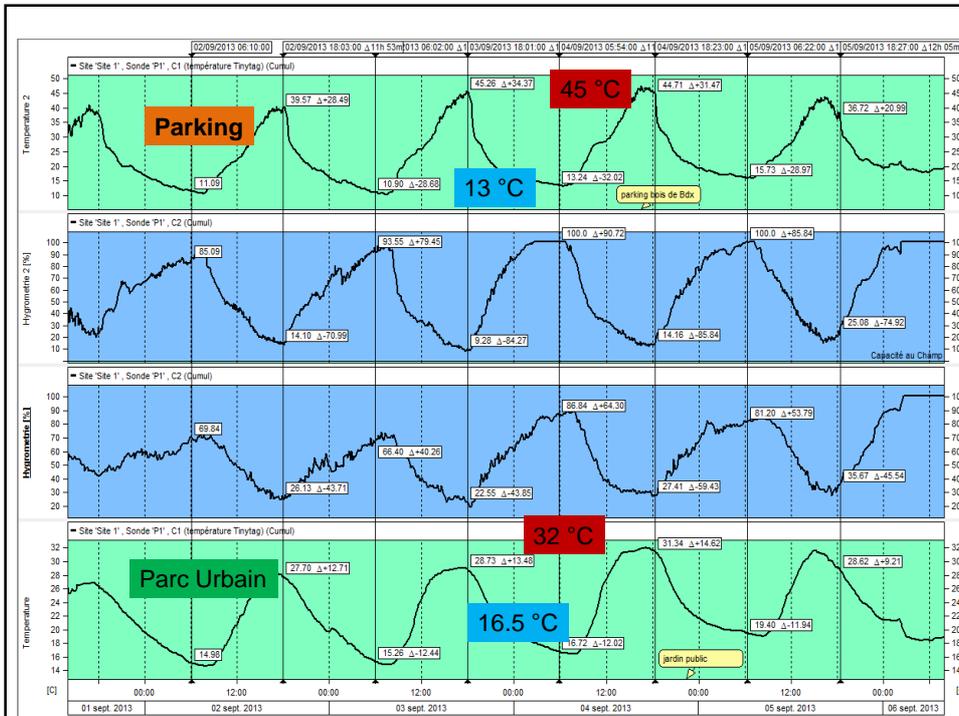
Image
thermique
de la
Communauté
Urbaine
de
Bordeaux

Landsat 7
4 septembre
2013
12h30



Comparaison jour / nuit CUB



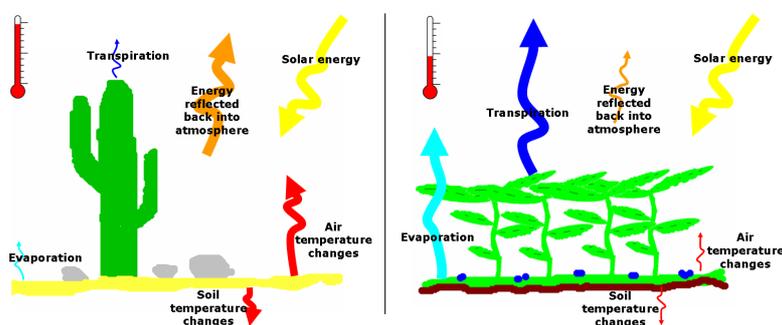


FACE à CES CONSTATS

- Informer et faire prendre conscience
- Enquêter sur les prises de conscience et les choix d'adaptation des habitants
- Proposer aux politiques et responsables administratifs des directions:
 - 1/ on continue comme avant,
 - 2/on s'adapte en utilisant de l'énergie fossile
 - 3/ on s'adapte de manière durable en utilisant les ressources locales comme l'eau et la végétation.

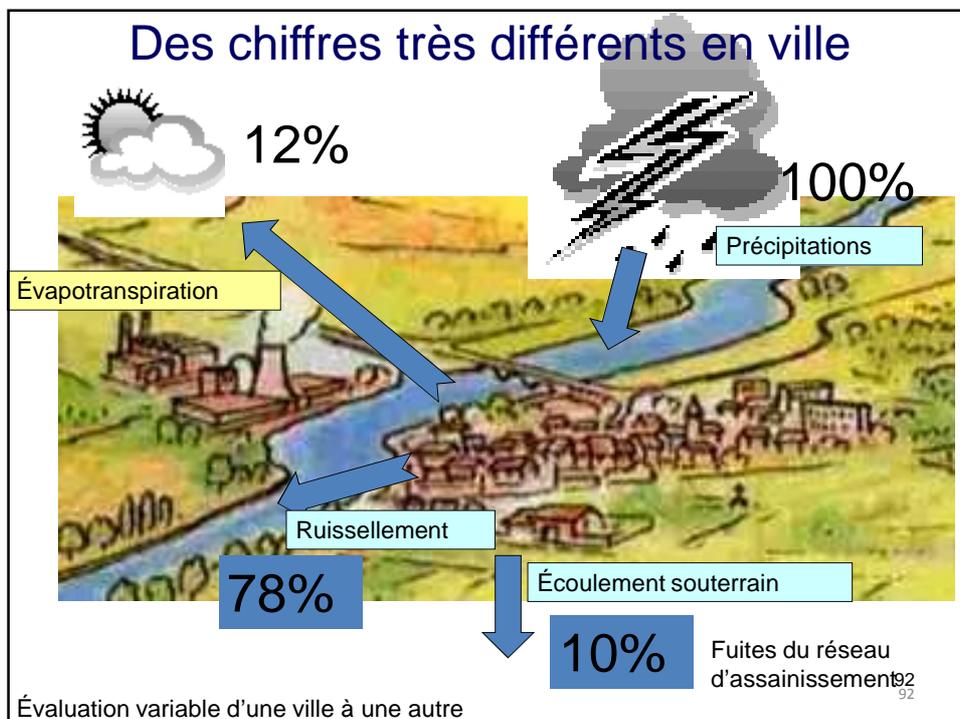
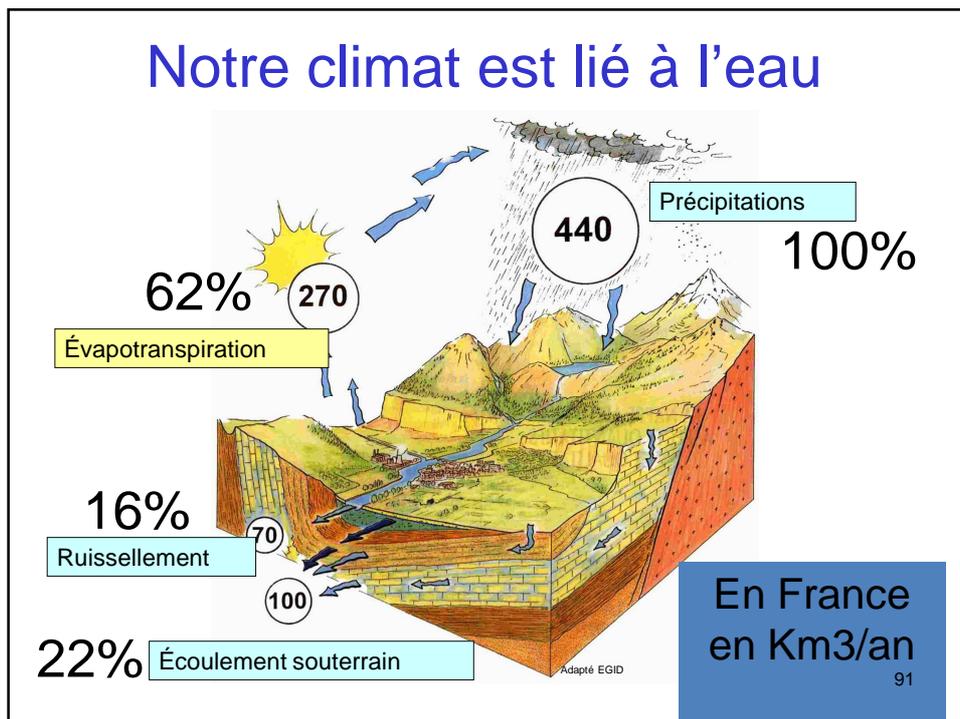
89

L'eau et la végétation comme ressource durable d'adaptation

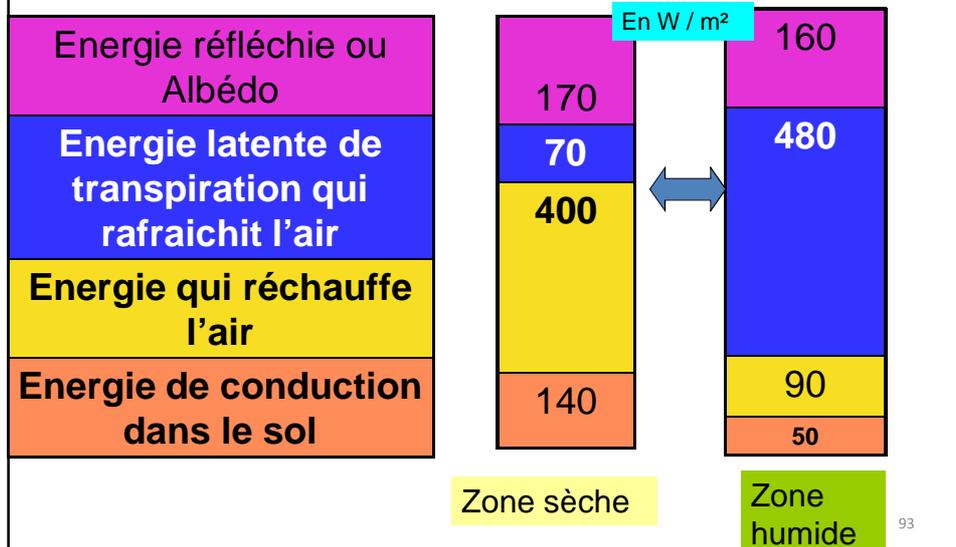


1 litre d'eau qui s'évapore refroidit de 2°C 1000 m3 d'air

90



Répartition de l'énergie solaire incidente en milieu de journée



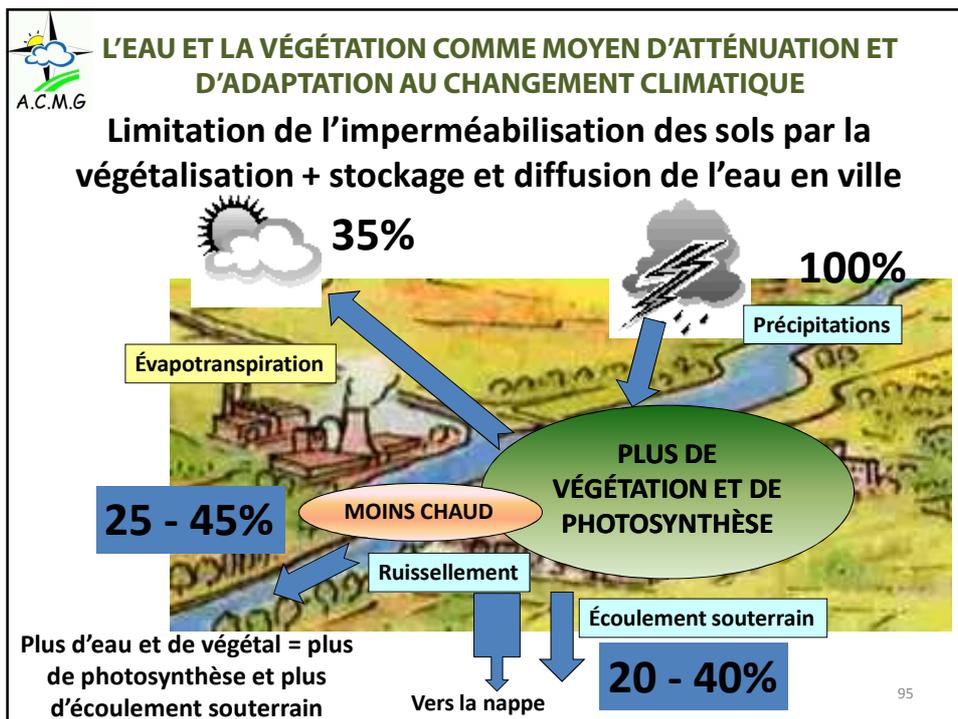
Des gouttelettes s'évaporant prennent 800 calories par gramme à l'air !

1 litre d'eau qui s'évapore refroidit de 2°C 1000 m³ d'air

➔ Intérêt pour les fontaines, jets d'eau, dispositifs de brumisation, etc.



Photo par Brume System



Durant l'empire Romain, il y avait 1 m³ d'eau disponible par habitant et par jour ce qui assurait un bon état sanitaire et une climatisation active



La civilisation arabe ne l'a pas oublié!

ADAPTACLIMA II

OBJECTIF GLOBAL

Renforcement de la protection et de la conservation durable de l'environnement et du milieu naturel

OBJECTIF TERRITORIAL

Optimisation du confort thermique par l'utilisation de recours renouvelables

FINALITÉS

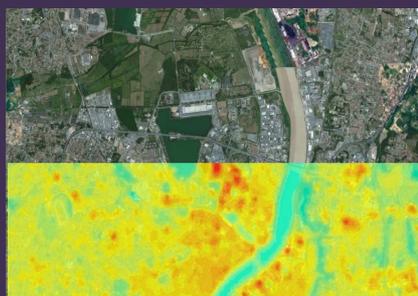
- Mettre en marche des **actions concrètes de lutte et d'adaptation au changement climatique** dans les territoires du SUDOE.
- Devenir un Cluster de projets, un modèle en information et **sensibilisation en matière de changement climatique** pour toute la société, un **outil de guide et de conseil** pour la sphère politique et économique européenne.

97

L'imagerie thermique au service des collectivités



Elodie PATELLI
epatelli@agralis.fr





Les images satellites thermiques





Satellites NASA	Années d'utilisation	Résolution du capteur
Landsat 5	1984 - 2013	120 m
Landsat 7	Depuis 1999	60 m
Landsat 8	Depuis 2013	100 m

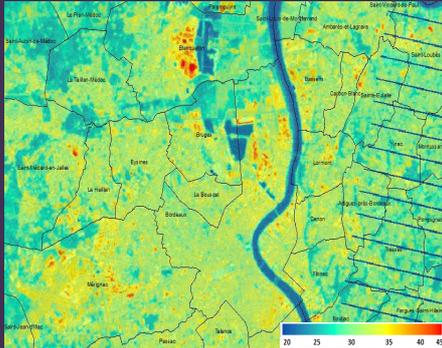


Image thermique Landsat 7 de l'agglomération de Bordeaux le 04/09/2013

Température de surface en °C sans correction atmosphérique



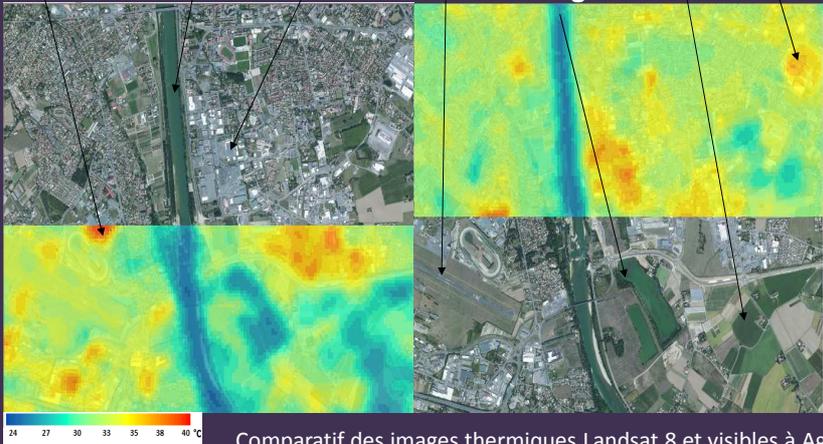
Diagnostic des îlots de chaleur et de fraîcheur urbains



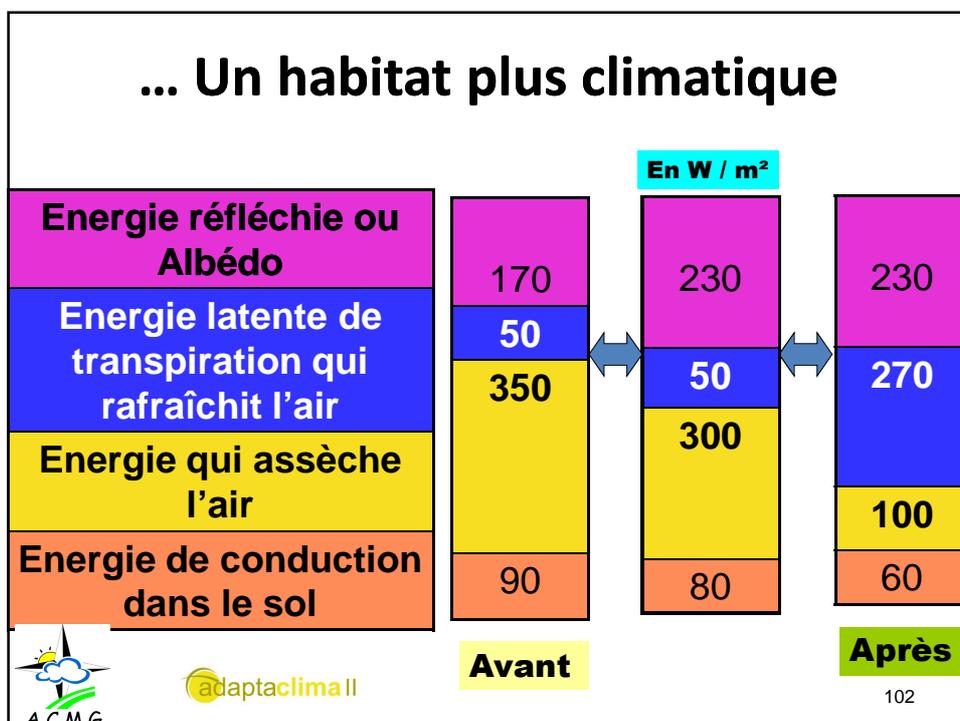
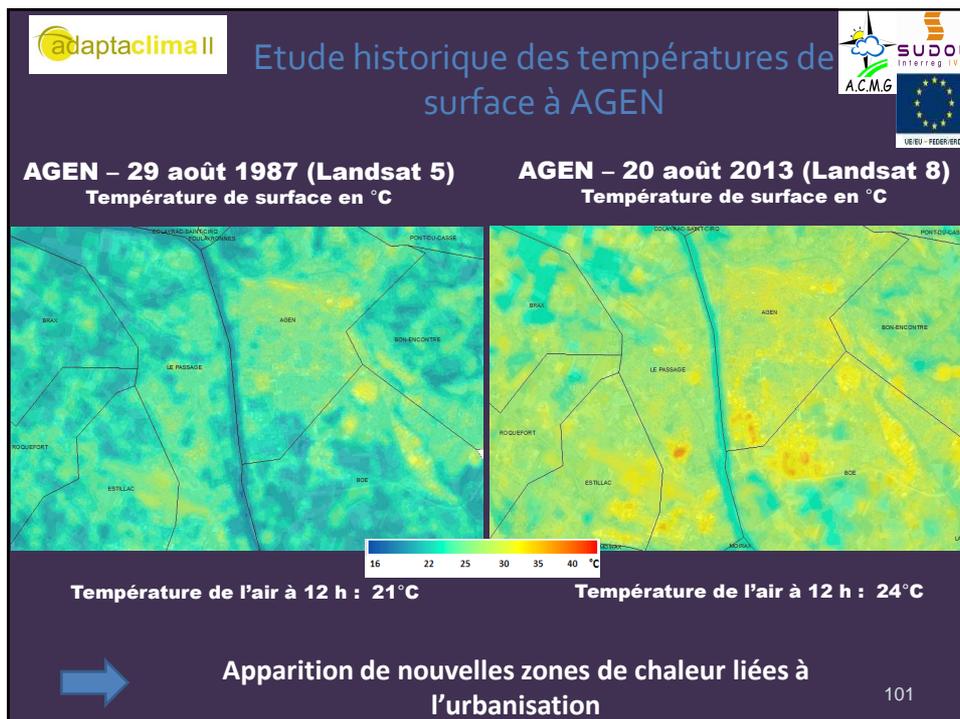


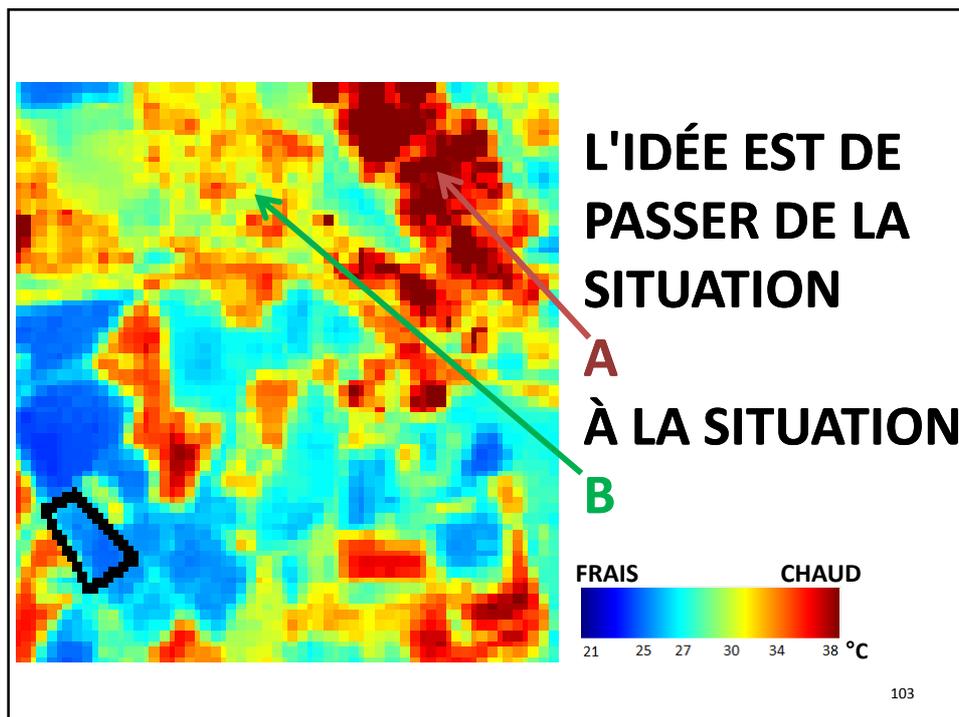
BMS UPSA
Garonne
ZAC Agen Sud
Aérodrome d'Agen
Zone agricole
M.I.N.

Passeligne



Comparatif des images thermiques Landsat 8 et visibles à Agen le 04/08/13

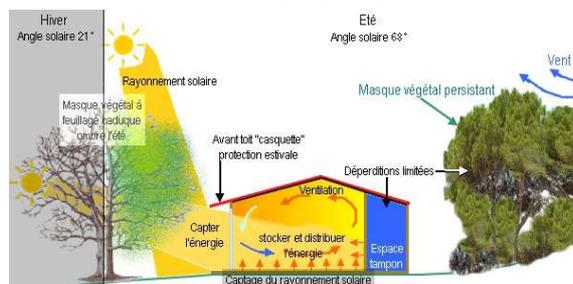




Végétaux irrigués et pérennisés en ville

Des espaces à végétaliser de manière pérenne pour :

- *Mieux isoler, avoir moins froid l'hiver et moins chaud l'été (Principes de l'habitat bioclimatique)*
- *Améliorer le paysage urbain*



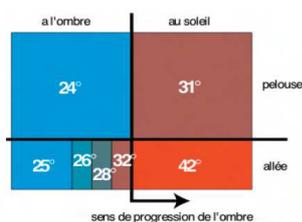
Terrasse végétalisée irriguée

Source : Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, ADEME

LES PRINCIPES D'AMÉNAGEMENT ET D'ORGANISATION MOINS ÉNERGIVORES

VÉGÉTALISER LA VILLE ET LES BÂTIMENTS

- ➔ **Les espaces verts** favorisent l'abaissement des températures en période estivale : **diminution des besoins énergétiques en climatisation, confort d'été, amélioration du cadre de vie.**



L'ombre engendre une baisse de température de surface importante, en fonction de la nature et de la couleur de surface.

- ➔ **Les toitures végétalisées** sont **davantage protégées des rayonnements solaires directs.** Elles augmentent l'inertie du toit pour favoriser le confort d'été.
- ➔ **Les murs végétalisés** : leur température est inférieure de plusieurs dizaines de degrés à celle des murs sans protection qui peut atteindre plus de 60°C selon la couleur de la façade.



Guide de la qualité environnementale dans l'architecture et l'urbanisme, Grenoble



Végétalisation extensive



Végétalisation totale du bâtiment

- **Inciter à utiliser des clôtures végétales « irriguées » de type haies brise vent et/ou brise froid en limites séparatives**

→ Traduction à l'article 11 du règlement : aspects extérieurs des constructions et à l'article 13 : espaces libres et plantations à réaliser

- **Mettre en œuvre des ouvrages de gestion des eaux pluviales végétalisés** (noues paysagères, bassins de rétention végétalisés).

→ Traduction dans les orientations d'aménagement



- **Permettre la récupération, par exemple dans des citernes, et la réutilisation des eaux pluviales**

→ Traduction dans les orientations d'aménagement

- **Obliger à favoriser l'infiltration naturelle des eaux de pluie sur la parcelle (espace enherbé, revêtements de chaussée et de parking drainants).**

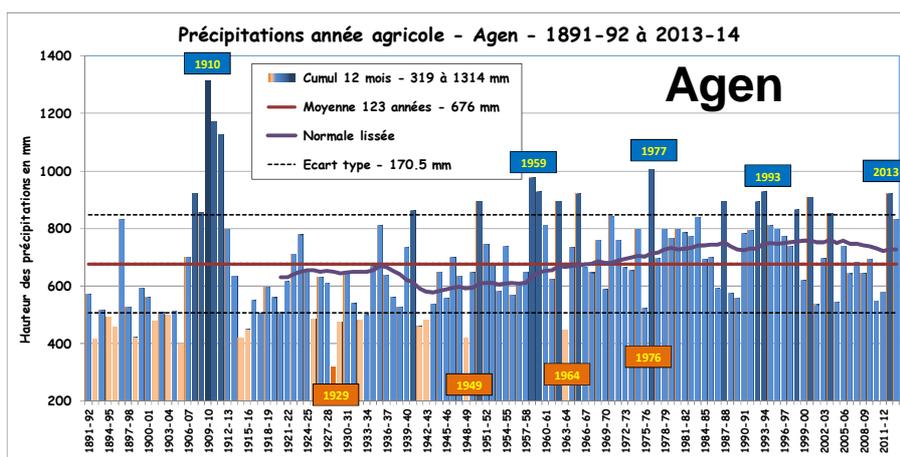
→ Traduction à l'article 4 du règlement : conditions de desserte des terrains par les réseaux publics ou de l'assainissement individuel et dans les orientations d'aménagement

Mais avons-nous assez d'eau ?

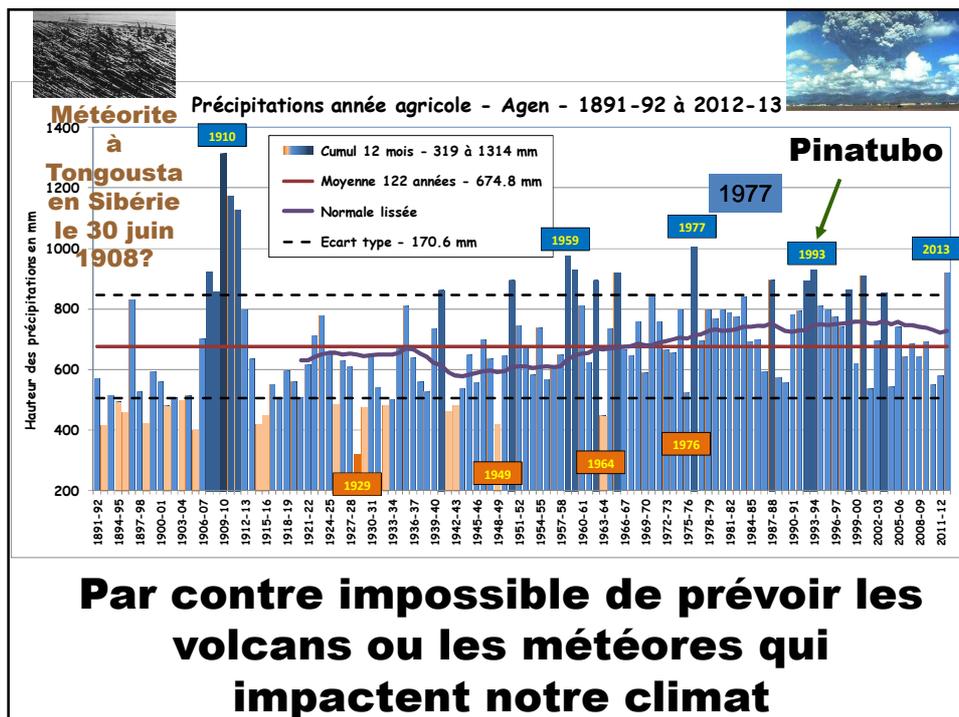
- Le pessimisme l'emporte très souvent
- On est gouverné par des principes écologistes anglo-saxon nordiques
- Très peu de personnes se sentent concernées par le stockage de l'eau de pluie
- Pourtant la pluie est notre ressource la plus durable qui soit; quoique variable

107

VARIABILITÉ DES PLUIES DANS LE TEMPS ET L'ESPACE

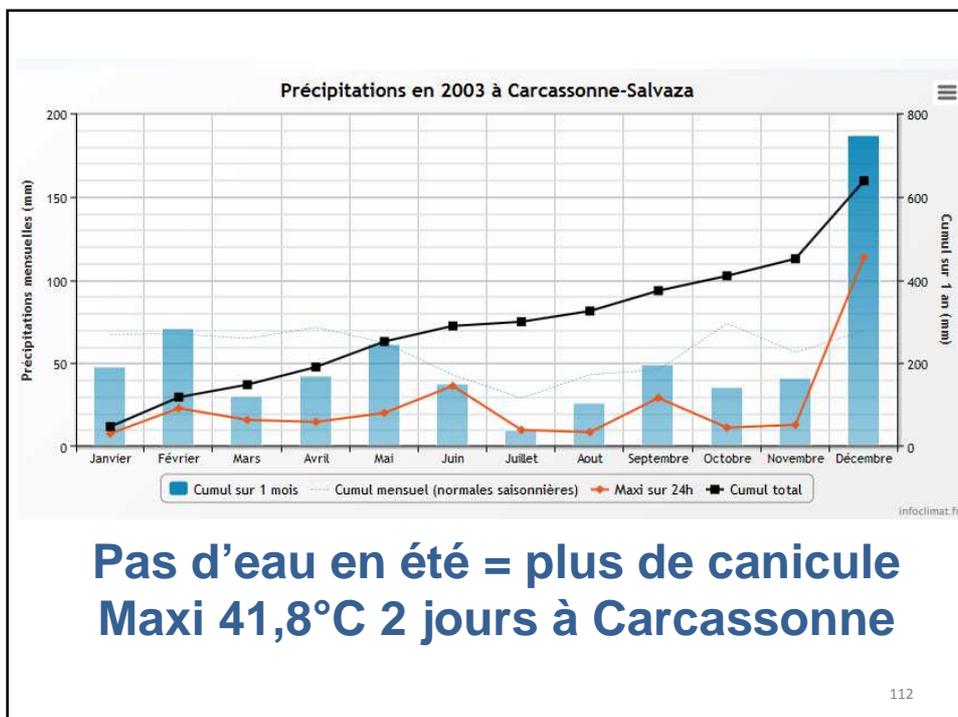
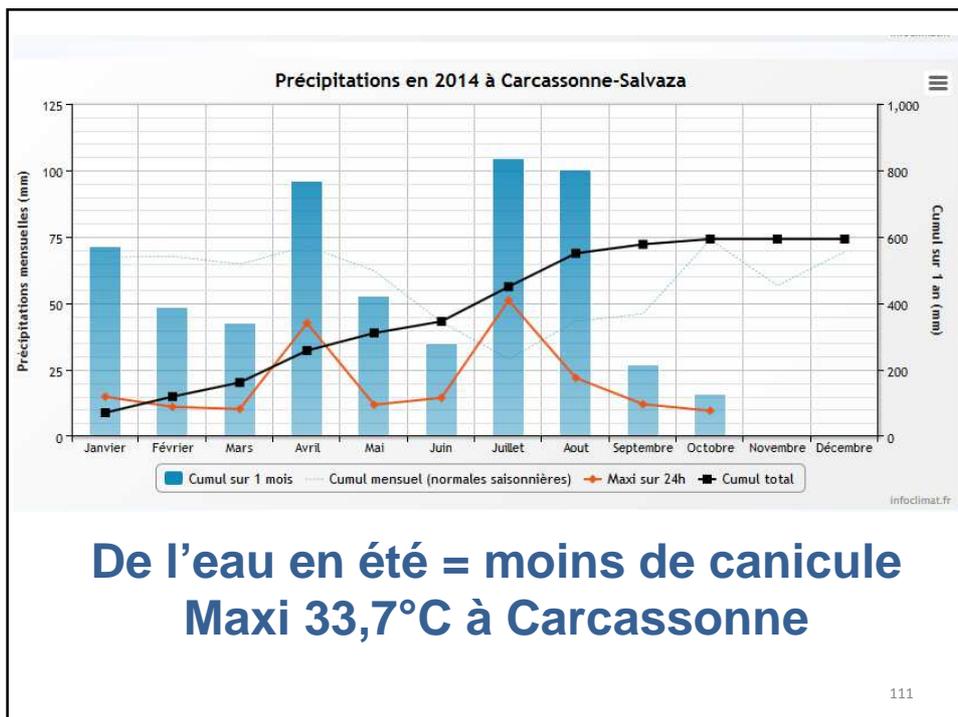


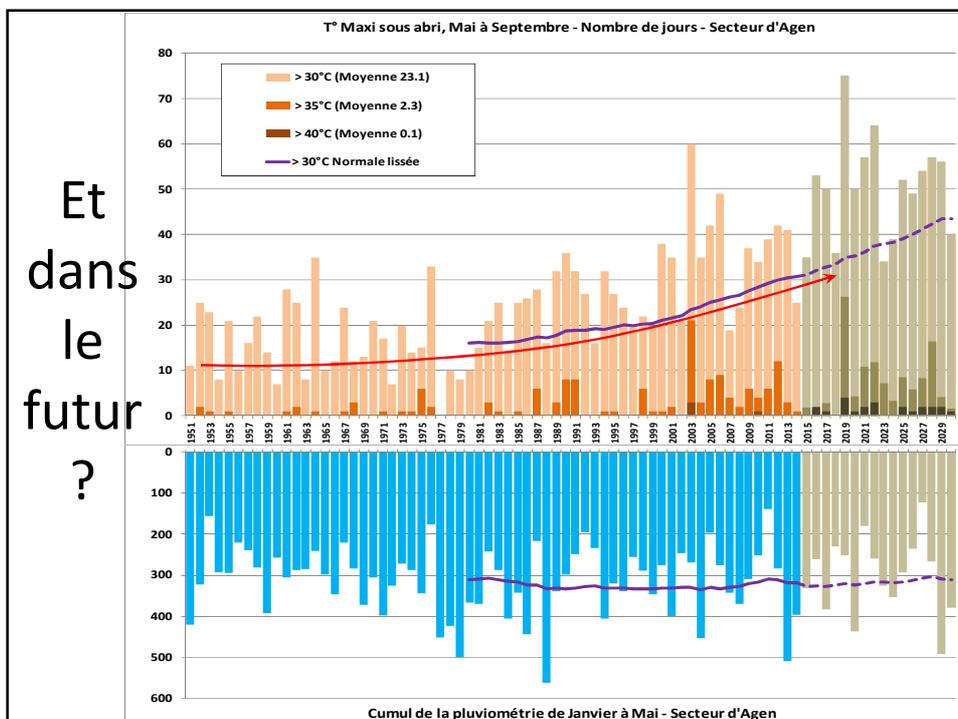
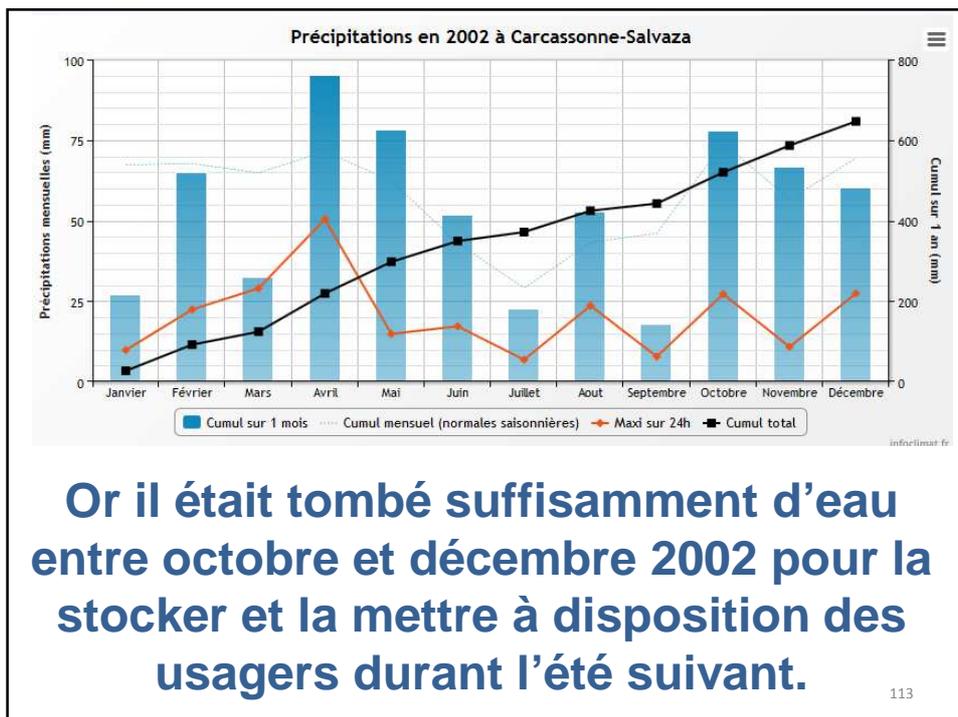
Années et saisons sèches, contraintes hydriques
Mais pluies annuelles et hivernales suffisantes pour
reconstituer les réserves et organiser le stockage de l'eau



Premiers constats

- Notre climat est variable et subit des contraintes dues aux poussières apportées par des volcans ou des météores
- Pour l'instant la résilience est confirmée au bout de 2 à 5 ans suivant la charge en particules réfléchissantes de l'atmosphère qui doivent être lessivées par les précipitations.

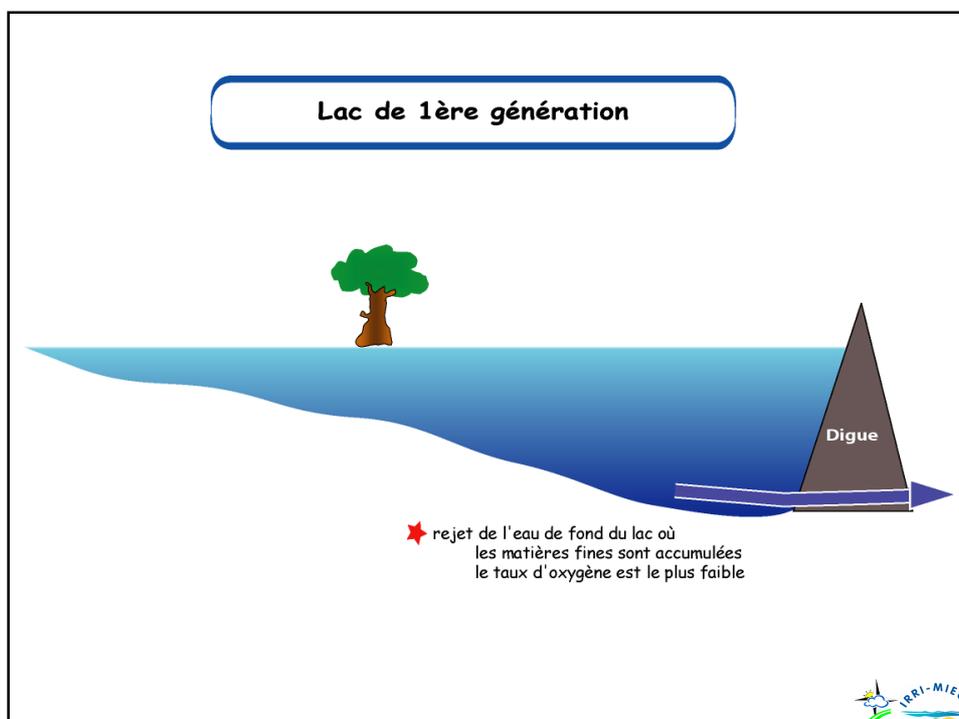


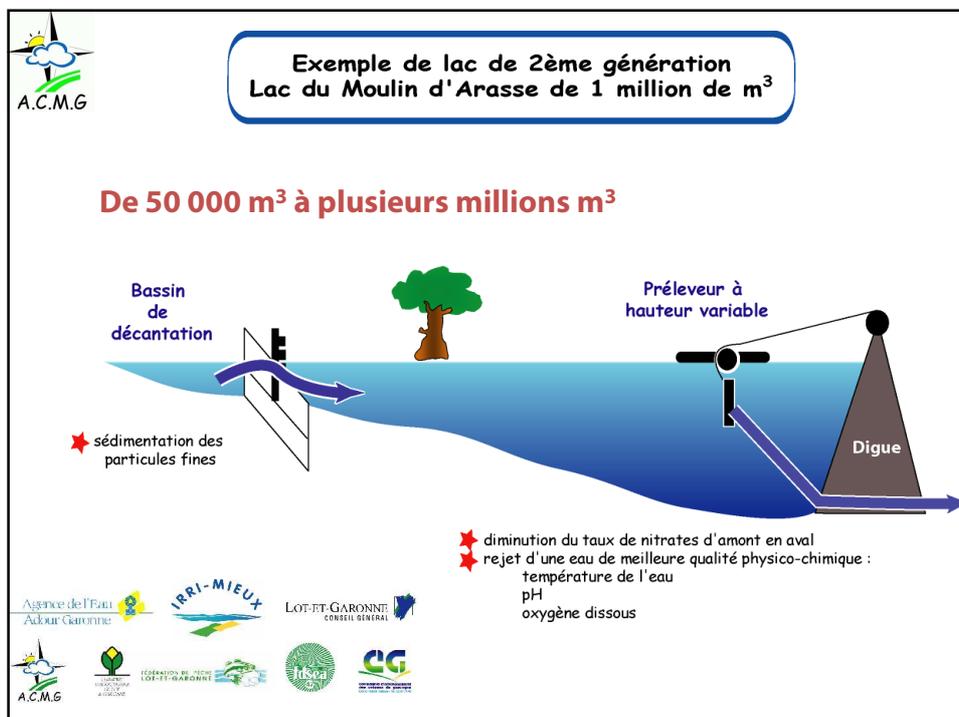
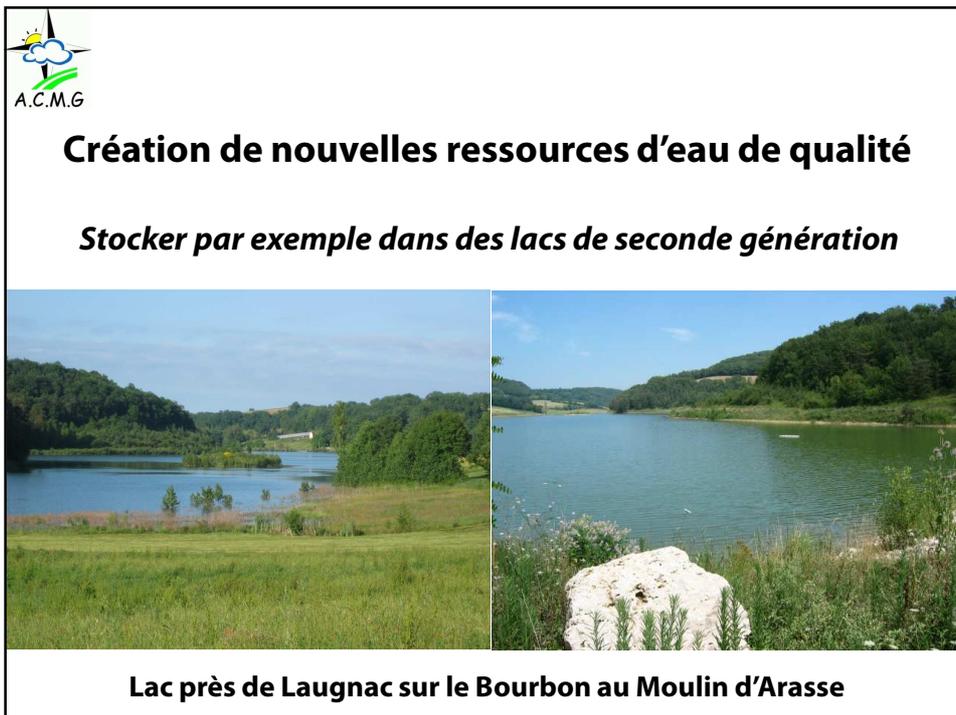


Donc déjà il est confirmé que sur la majeure partie de la France et à condition d'en avoir la volonté politique, il y a une ressource en eau renouvelable suffisante pour assurer la climatisation passive des zones urbaines au travers d'une végétation dédiée ou non

A condition de la stocker !

115





Le lac d'Arasse : un lac de deuxième génération

**Bassin de
décantation**

**Plus
irrigation
management**



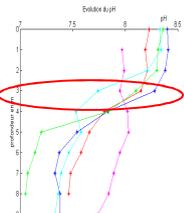
*Digue avec
préleveur à
hauteur variable*

Photos A.C.M.G. (J.F. Berthoumiou et V. Vignon)

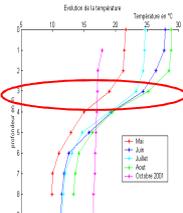


Créer ou adapter des lacs de nouvelle génération à usages multiples

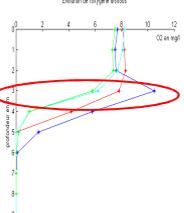
Evolution du pH



Evolution de la température



Evolution de l'oxygène dissous



**Stratification des
eaux**



Bassin de
décantation

Digue

Nitrates (14/05/03)
25 mg/l

Nitrates (14/05/03)
8 mg/l

Préleveur à hauteur
variable

Digue

Nitrates (14/05/03)
7 mg/l

Température
pH
Oxygène dissous
Matières en suspension

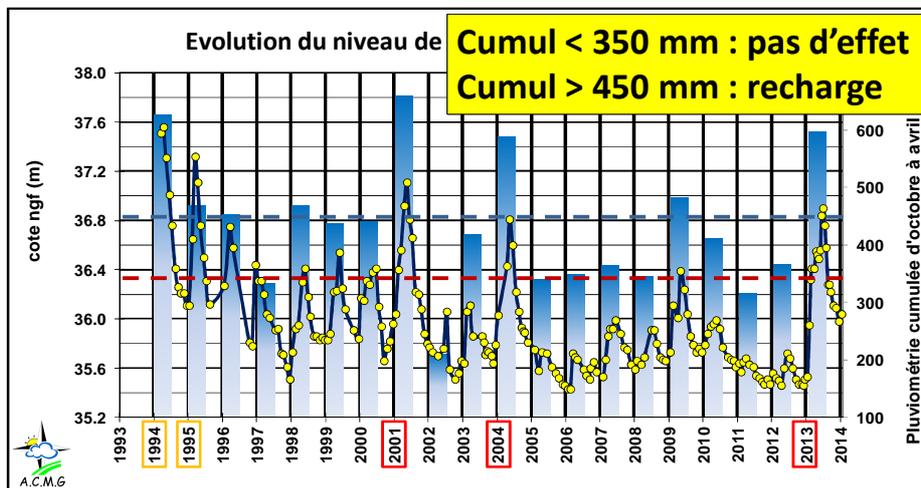
Projet IRRI-MIEUX



LES PRECIPITATIONS

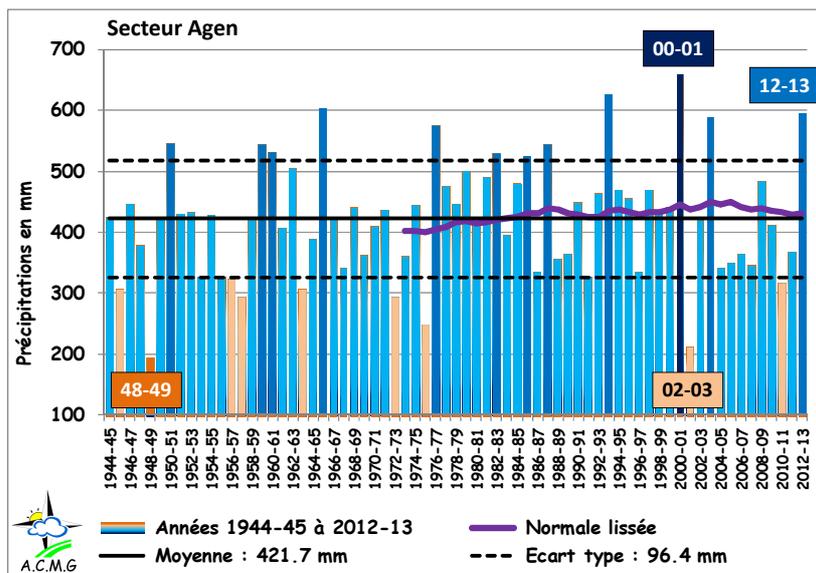
1^{er} octobre au 30 avril
Constitution des réserves

Le stockage dans les nappes de surface



LES PRECIPITATIONS

1^{er} octobre au 30 avril
Constitution des réserves

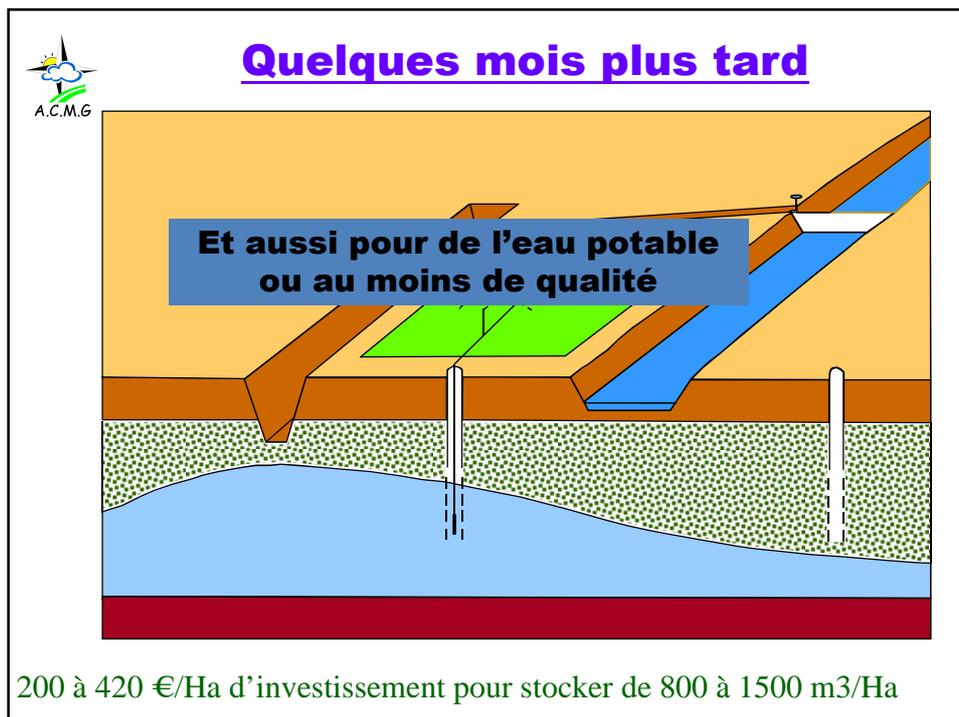


D'où l'idée de la recharge avec de l'eau de qualité pour court-circuiter la partie imperméable

On peut également augmenter la porosité naturelle des sols à l'aide d'amendements organiques ou avec des bactéries et des mycorhizes

Et quand les sols ne peuvent pas absorber d'eau !

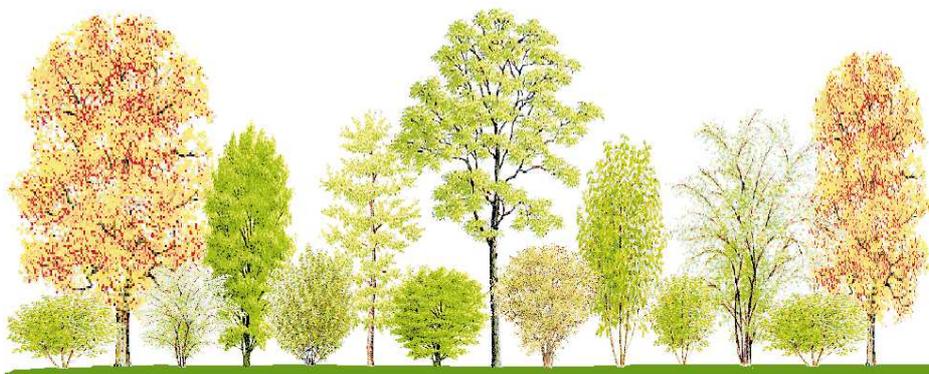
Testé et validé en 1996 en Lot-et-Garonne



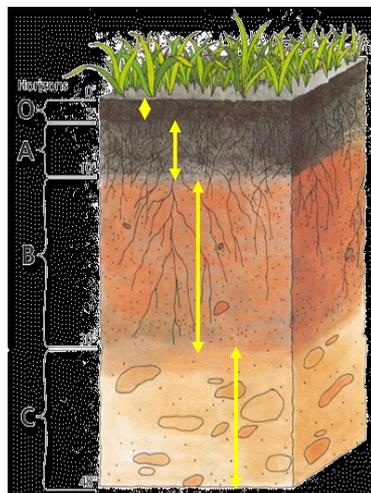
Réduire les flux de ruissellement

**Haies
irriguées**

Réfléchir aux moyens de ralentir les flux d'eau horizontaux et d'accroître les macroporosités des sols

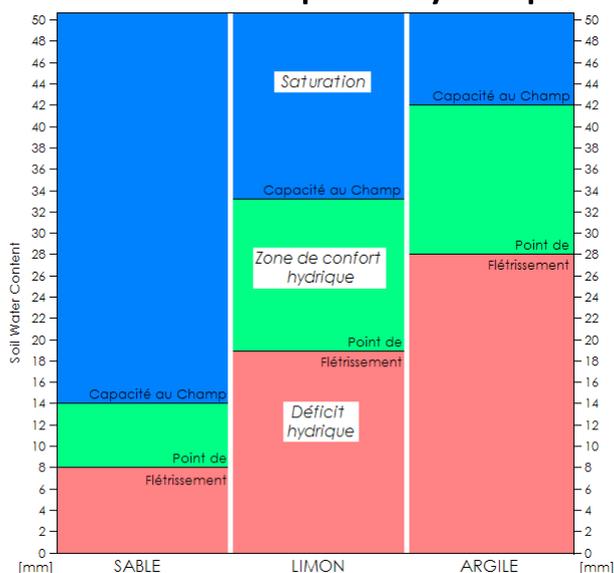


La réserve du sol varie en fonction du type de sol et de sous-sol



Et de la vie dans le sol qui améliore les macro porosités

Caractéristiques hydriques du sol





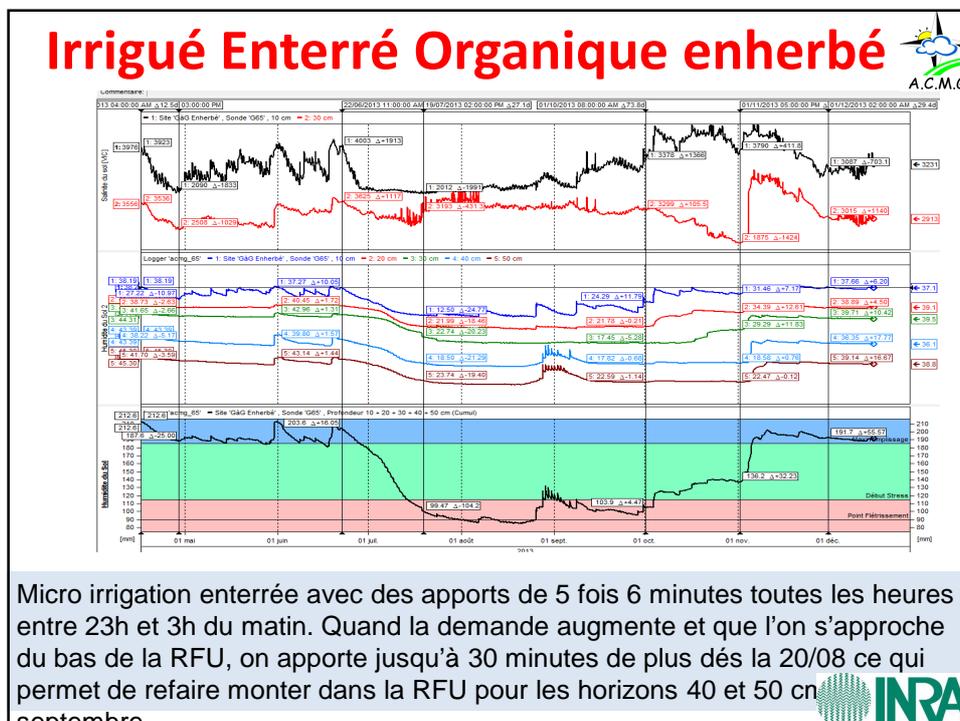


PROJET CASDAR – Action 2A

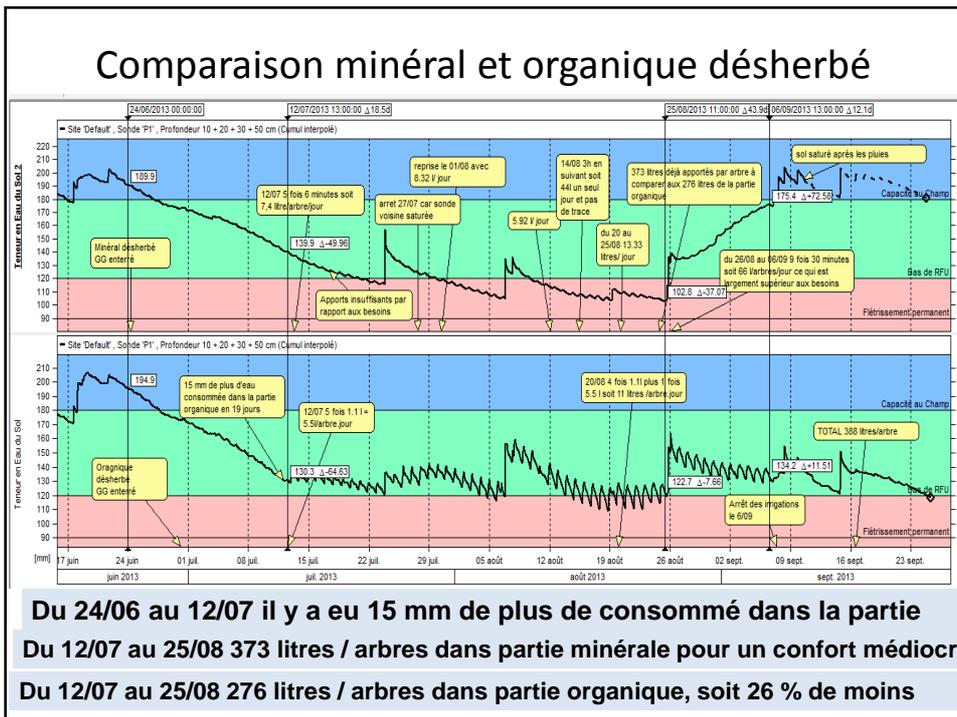
Prune – essai factoriel Bilan 2013



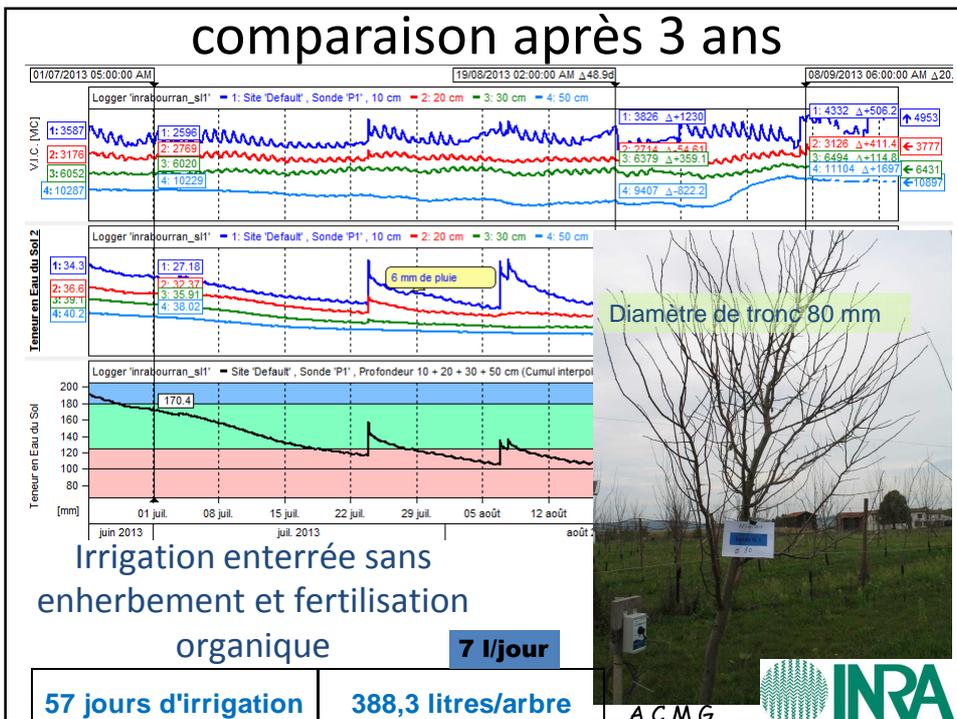
NOM DE L'AUTEUR JOUR / MOIS / ANNEE

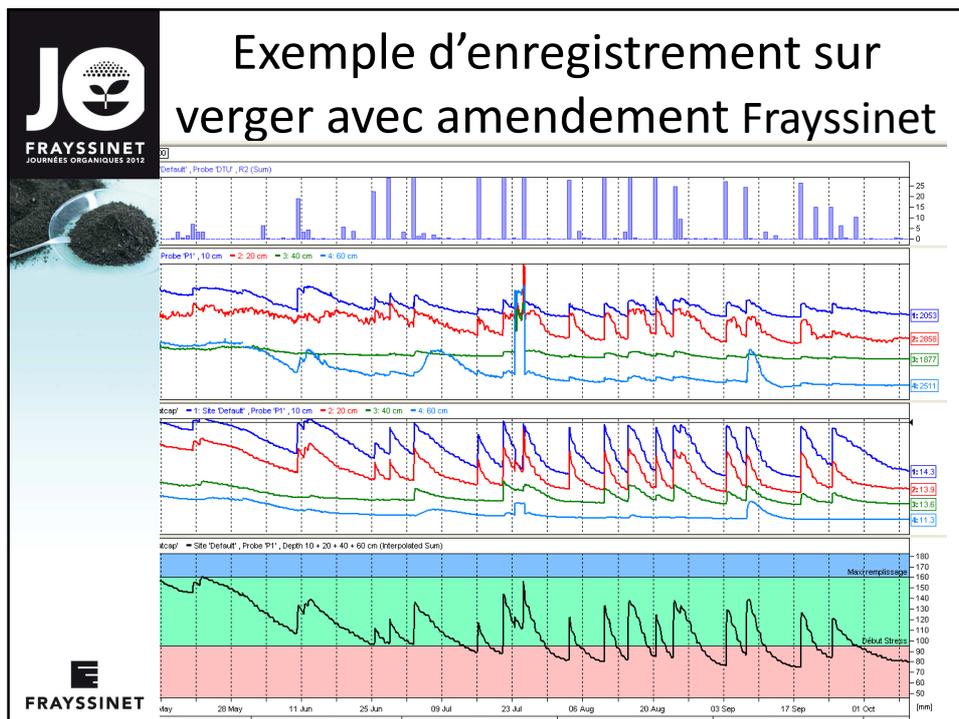


Comparaison minéral et organique dés herbé



comparaison après 3 ans





Enfin, une fois l'eau stockée,

• **Il faut en optimiser sa gestion**

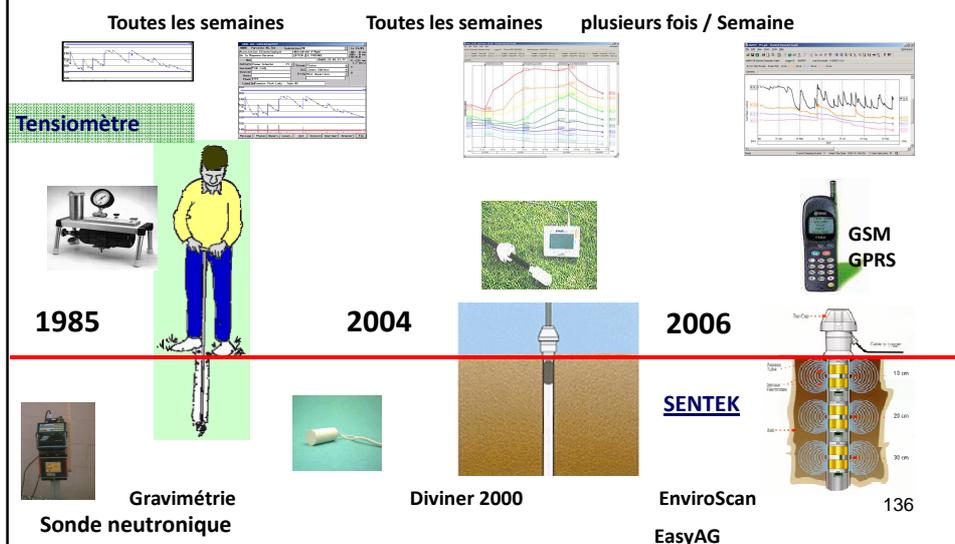
• **Ce qui nécessite des investissements en moyens et en savoir faire**

En Moyenne-Garonne

- On a commencé par apporter l'eau qu'il faut et pas plus que le sol ne peut en contenir (économie de 10 à 30% dans les années 90)
- On évite aujourd'hui de passer au dessus de la Capacité au champ pour laisser de l'air aux racines (encore une économie de 5 à 25%)
- On commence à utiliser la télédétection pour toucher plus de surfaces

Appui Technique aux Irrigants

Les outils de l'ACMG en collaboration avec la CA 47 et l'aide du CG47, de l'Agence de l'Eau et du CR Aquitaine



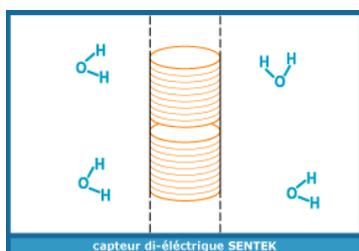
On a sélectionné en 2003 le capteur capacitif développé en Australie par

Sentek



Mesure réalisée sur
10 cm de hauteur et
15 cm de diamètre
environ

Précision relative du 1/100



Les mesures de chaque
capteur sont exprimées en
mm d'eau pour 10 cm de sol

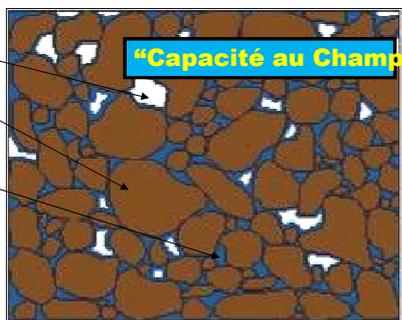
**mm d'eau / 100 mm de sol =
% d'humidité**

Constante Diélectrique volumique du sol

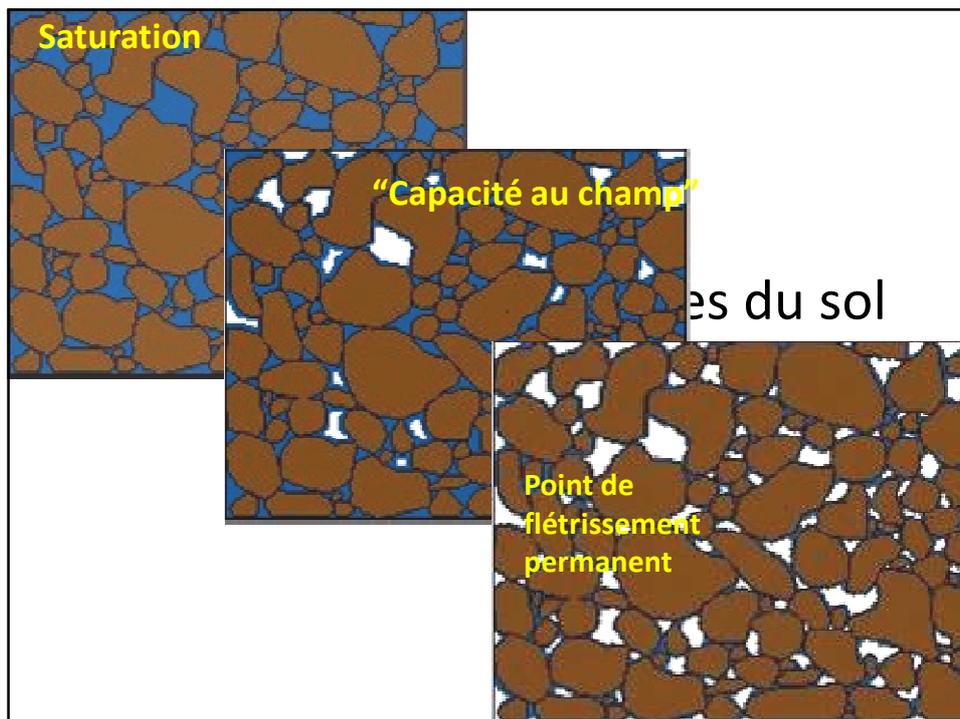
Air dans le sol, $\epsilon_a = 1$

Sol solide $\epsilon_s = 4 \text{ à } 7$

Eau du Sol $\epsilon_w = 80$



**La constante diélectrique de l'eau du sol domine
la constante totale du milieu**



Mesures en continu de l'humidité du sol

Depuis 1992 en Australie,
1997 en Espagne

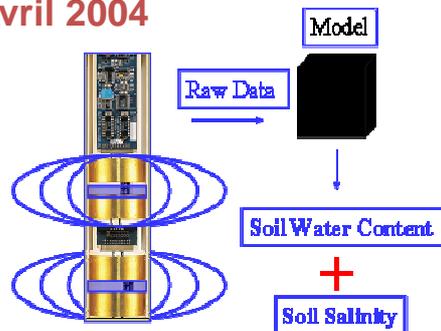
Depuis 2004 en France

The diagram illustrates a soil moisture sensor probe. It features a "Top Cap" at the surface, an "Access Tube" for soil entry, and "Sensor Electrodes" that measure soil moisture. The probe is connected to a "Cable to Logger". Depth markers indicate measurements at 10 cm, 20 cm, and 30 cm.

Eau et fertilisants



Triscan depuis le 28
Avril 2004



Pour suivre à la fois l'eau et
les sels dissous

Les produits et services « Agralis Services » Quelques exemples d'applications clients





- Station météo et sondes Sentek
- Enregistrement et transmission des données
- Pilotage automatique de l'irrigation



Les services Agralis



Installation, formation, analyse agronomique,
conseils au pilotage de l'irrigation



Nouveaux produits Sentek : capuchon plat enterré



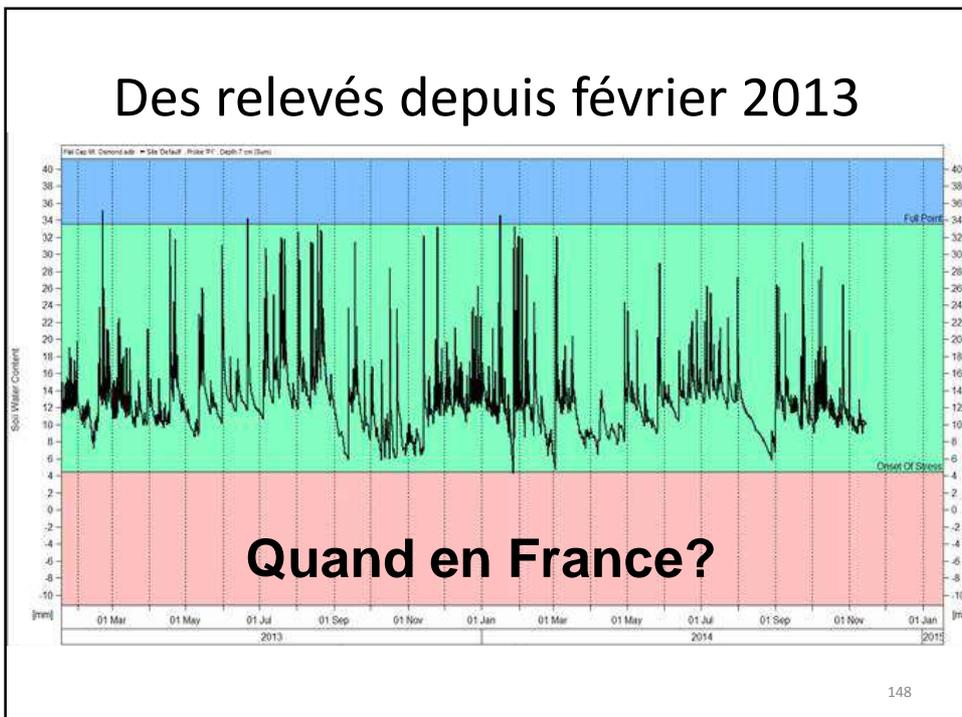
Sentek technologies Installation au Conservatoire

Flatcap Installation dans un green de Golf





Des relevés depuis février 2013



Depuis 30 ans un fossé s'est creusé entre la ville et la campagne.

Il est temps de le remplir d'eau en hiver pour utiliser ensemble cet « or bleu » quand il fait trop chaud!

149
149

Des exemples d'initiatives autour de chez nous !

150

Thématik'EAU

**Une initiative
de
l'économie
agricole du
département
de Lot-et-
Garonne**



*Le changement climatique,
un défi... une chance*

LOT-ET-GARONNE
CONSEIL GÉNÉRAL



Egalement au niveau du Conseil
Général qui termine une mission
d'information et d'évaluation:

**De l'eau pour adapter le
territoire au changement
climatique**

Egalement au niveau de l'Agglo
d'Agen qui lance
Un cluster Eau & Adaptation au
Changement climatique
Une Technopole Agen Garonne
axée sur l'eau et le climat



153

Création le jeudi 28 août 2014









CLUSTER
EAU & CLIMAT




www.agglo-agen.fr

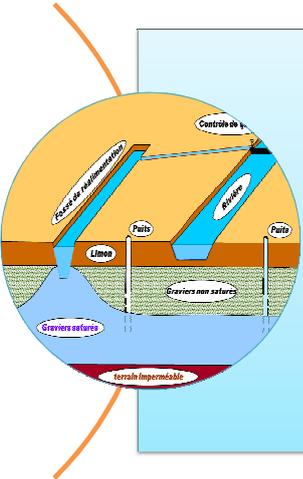
 CLUSTER
EAU&CLIMAT

Les 3 axes structurants

« Un positionnement spécifique lié au réchauffement climatique nécessitant une gestion complexe de l'eau (technologies fines / smart). »

Axe 1 : La gestion de la ressource en eau

- Préservation de la ressource en eau afin d'en disposer en abondance en ville et à la campagne durant l'été (stockage inter-saisonnier)
- Récupération et utilisation à grande échelle des eaux pluviales et eaux usées.
- Contribution au bon équilibre écologique et préservation de la biodiversité.



 CLUSTER
EAU&CLIMAT

Les 3 axes structurants

« Un positionnement spécifique lié au réchauffement climatique nécessitant une gestion complexe de l'eau (technologies fines / smart). »

Axe 2 : L'agriculture de précision

- Création de services et de moyens modernes de gestion, de mesure, de contrôle et de pilotage,
- Gestion de l'eau et de l'irrigation en lien avec l'agriculture régionale





CLUSTER
EAU&CLIMAT

Les 3 axes structurants

« Un positionnement spécifique lié au réchauffement climatique nécessitant une gestion complexe de l'eau (technologies fines / smart). »



Axe 3 : La climatisation durable des villes

- Recherche de solutions basées sur l'eau et le végétal pour refroidir et climatiser les villes de façon naturelle et durable, pour préserver le confort et la santé des populations vis-à-vis des excès du climat.

Chaque crise climatique provoque des conséquences, sociales, économiques et environnementales

- Pourquoi attendre les prochaines crises pour s'impliquer dans des démarches locales où
« l'or bleu » de nos régions soumises au flux océanique serait si bien valorisé?



MERCI DE VOTRE ATTENTION

Jean-François Berthoumieu
ACMG / Agralis
tel. : 05 53 77 08 48
E-Mail : acmg@acmg.asso.fr
berthoumieu@agralis.fr

