

Carrefours
de l'innovation
agronomique

**Agriculture et Sécheresse:
Contexte et Enjeux**
Bernard Itier



J.M.R. «Environnement et Grandes Cultures»
78850 Thiverval - Grignon



Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



1976 : sécheresse exceptionnelle

2003 – 4 – 5 → manifestation du changement climatique ?

.....

Les medias, relais ou faiseurs d'opinion, posent fortement la question de l'utilisation de l'eau par l'agriculteur

**L'agriculture est la première victime de la sécheresse
(agriculture pluviale ~ 93% de S.A.U.)**

Mais

**L'opinion publique est sensible à la consommation d'eau
d'irrigation pendant la pénurie estivale**

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



→nécessité de faire le point sur:
la relation de l'agriculture à la ressource en eau

→conduite d'une expertise collective:
**« sécheresse et Agriculture:
adapter l'agriculture à un risque accru de manque d'eau »**
commanditée par le MAP,
associant 27 experts
(INRA,CEMAGREF,CNRS,universités,MétéoFrance)
restituée en public le 19/10/2007

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

NOTRE PROPOS AUJOURD'HUI

- 1/ Faire le point sur la sécheresse
- 2/ Situer les exposés à venir sur le maintien d'une agriculture dépendante de la ressource en eau
- 3/ Traiter de l'incidence de l'agriculture sur la ressource en eau. Préparer pour la profession agricole des outils utilisables dans le cadre de la gestion collective (*loi sur l'eau – « grenelle de l'environnement »*)

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Qu'entend-on par « sécheresse » ?

une pluviométrie insuffisante

- sous nos climats, un événement extrême : (épisode délimité dans le temps et l'espace)

- en relation avec les valeurs normales sur une période (durée, date d'occurrence et intensité) pour la zone considérée.

l'aridité, c'est autre chose:

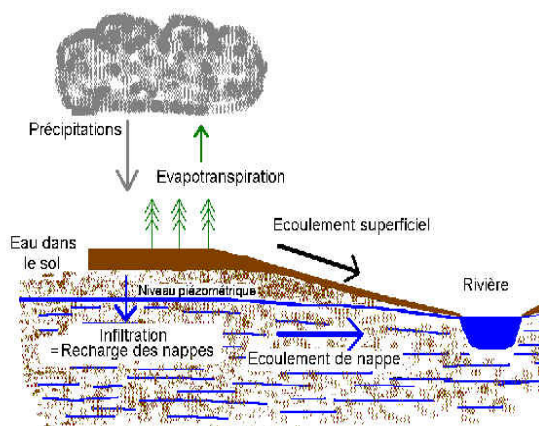
pluviométrie insuffisante de façon systématique:
($P < 500$ mm)

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Le bilan hydrologique

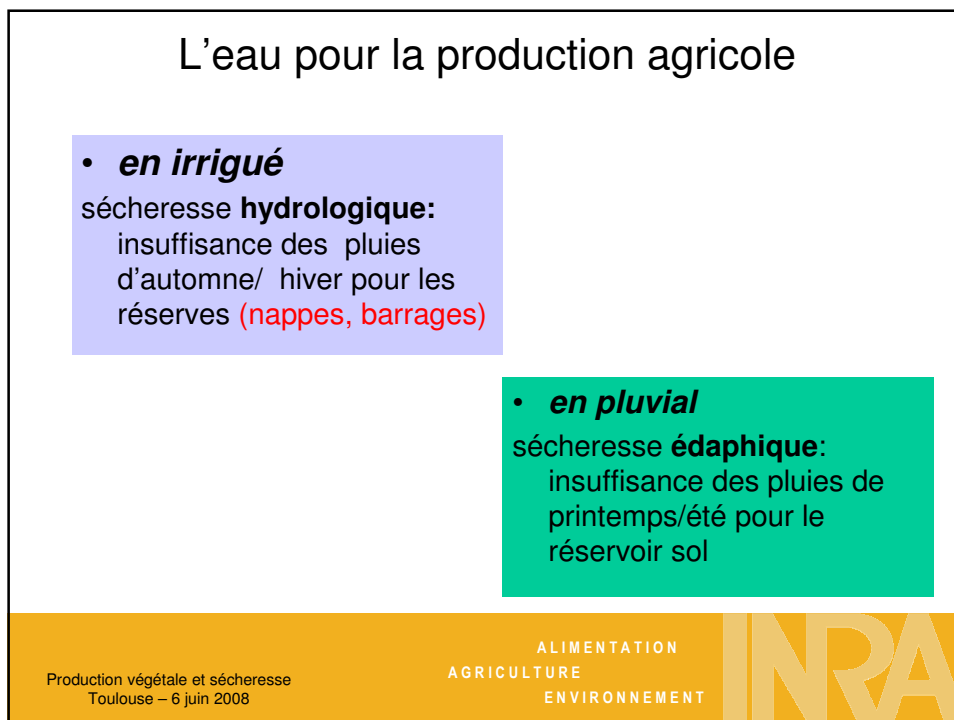
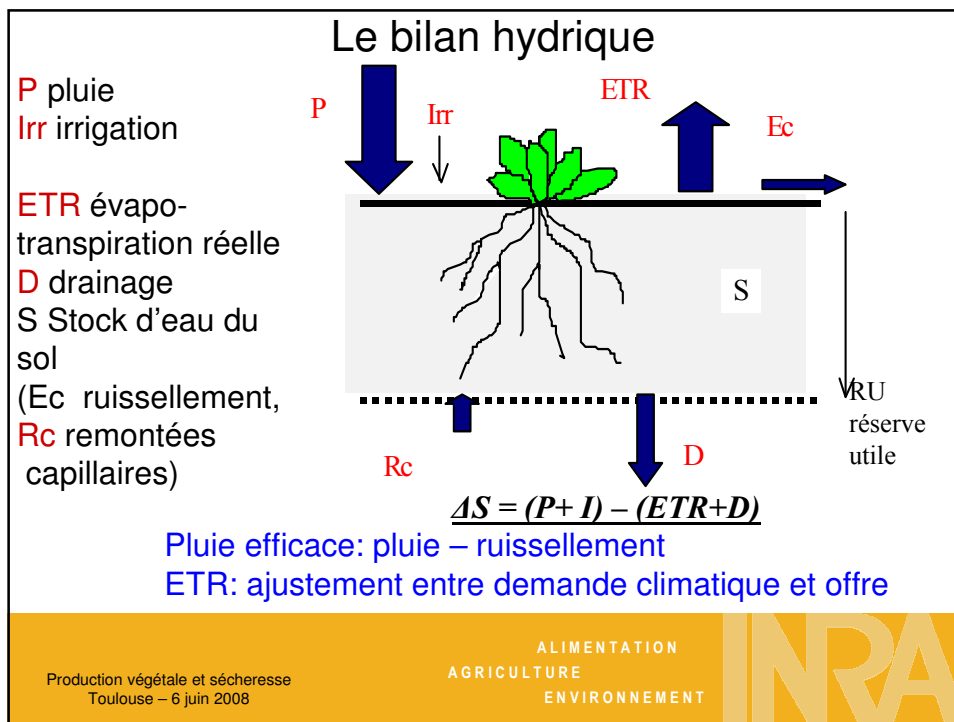


Pluie efficace = infiltration + écoulement

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

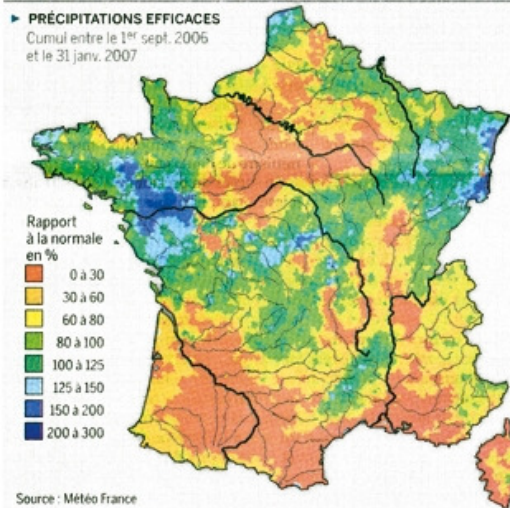
ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA



La moitié de la France connaît un net déficit pluvial

► PRÉCIPITATIONS EFFICACES
Cumul entre le 1^{er} sept. 2006 et le 31 janv. 2007



Source : Météo France

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Les sécheresses récentes

	76	79	85	86	89	90	91	92	96	03	04	05
Hydrologique								N et C			N	
Edaphique		MED	C et S	C et S		W et S	N			2/3 du terr.		
Commune	N				W				N et W		MED	2/3 du terr.

C:centre, N:nord, W:ouest, S:sud, MED:méditerranée, terr.: territoire

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Les Sècheresses sont-elles plus fréquentes?

- Occurrence sur 30 ans: 2 années sur 5
- Soit ~ **2 fois plus qu'auparavant:**

(12 épisodes de 1976 à 2005 - 12 épisodes de 1906 à 1965)

Diminution de la pluviométrie estivale dans le sud (~10% sur les 20 dernières années)

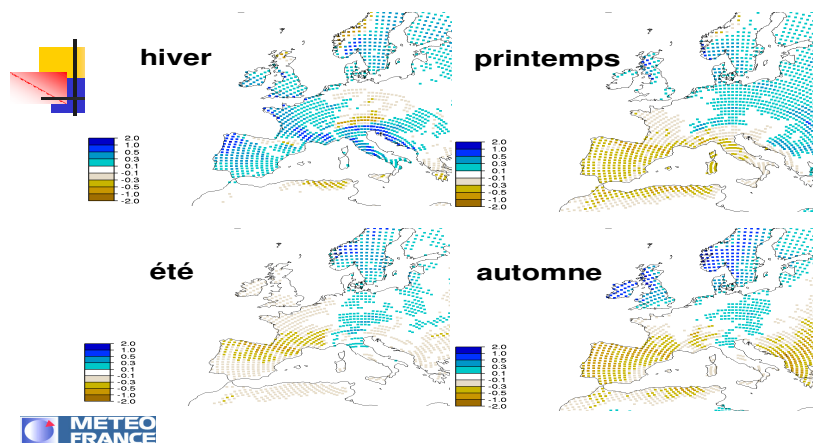
Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Changement climatique – scénario pour l'Europe

Changement de précipitations à la fin du siècle (mm/jour)



Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

• **L'AGRICULTURE ET LA RESSOURCE EN EAU**

Deux volets :

1/ Maintien d'une agriculture dépendante de la ressource:

(: « *Esquive, Evitement, Tolérance* »,
choix d'espèces et variétés, amélioration génétique, itinéraires techniques)

Cf divers exposés de la journée

2/ Incidence de l'agriculture sur la ressource en eau

(Notre propos principal, aujourd'hui)

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

1- Production agricole en conditions de sécheresse

A) Adaptation par la voie génétique

- **production ≠ survie** : échange "C" → échange "H₂O"
amélioration de l'efficacité de l'eau ("C"/"H₂O") ?

pas de résultat hors conditions d'aridité

→ **Trois voies possibles:**

a-esquive (phénologie): obtenir des variétés précoces ou à cycle court

b-évitement (morphologie): jouer sur croissance aérienne ou racinaire

c-tolérance: privilégier les organes récoltés

(Cf exposé de P. Grieu, C. Welcker ... et J.F. Rami)

a et b : rendements potentiels inférieurs

c: pour l'instant du domaine de la recherche

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

1- Production agricole en conditions de sécheresse

B) Adaptation par les systèmes de cultures

et, *secondairement, itinéraires techniques*

(Cf les exposés de N. Brisson et P. Debaeke)

→ Les systèmes les moins vulnérables sont ceux à base de
« **cultures d'hiver** » (ressource plus forte (P) – demande plus faible (ETP))

→ En systèmes à base de *cultures de printemps*, que faire ?

- esquivé (Cf. génétique) + dates de semis (tolérance au froid)
- évitement (Cf génétique) + « rationnement » + conservation H2O
- tolérance (Cf génétique → sorgho, tournesol)

(aspects économiques liés aux rendements et à l'organisation de filières)

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

intérêt de la diversification des systèmes de cultures du point de vue de l'agriculteur

- Assurer une autoprotection à l'agriculteur
- À ressource en eau constante, augmenter la sole irriguée en jouant sur le tandem:
« *cultures irriguées à l'ETM / cultures en irrigation de complément* »

(Voir en fin d'exposé le double intérêt de la diversification)

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

2 - Incidence de l'agriculture sur la ressource en eau

Deux questions à traiter:

→ Celle que tout le monde a en tête:

« l'agriculture irriguée consomme une ressource à partager »

→ Celle à laquelle on pense moins:

« Quelle est l'incidence de l'agriculture pluviale sur la ressource par comparaison à d'autres modes d'occupation des sols? »

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Incidence de l'Agriculture sur la Ressource en Eau

- **A quelle échelle aborder la question?**

A l'échelle nationale?????

Pluviométrie moyenne annuelle > **900mm**

(on est loin du seuil de 500mm qui définit l'aridité)

Evapotranspiration ~**600 à 700 mm**

(ET ~ les 2/3 de P, impôt climatique obligatoire!!)

Irrigation ~300mm sur 17000 km² (7% SAU, 3% Territoire)

→ Irrigation ~9mm (sur les 550000km² du Territoire)

Irrigation /Précipitations ~ 9/900 ~ 1% !!!!

Echelle nationale non pertinente

→ échelle du Bassin Versant

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Pas de règle générale

Contraste SW-SE

Sud-Ouest

- (MP, Aq, PC)
- « Océanique dégradé »
- (ETP-P) ~100 à 200mm
- Irrigation ~150mm
- Surf. irr. ~ 7500km²
- Total eau irr.~1km³
- Ressource exogène faible (inexistante en PC)
- Ressource endogène faible (pas de stockage)

Sud-Est

- (PACA,LR+Sud RA)
- Méditerranéen,
- (ETP-P) ~300mm
- Irrigation~ 400-500mm
- Surf. irriguée~ 2500km²
- Total eau irrigation ~1km³
- Forte ressource exogène

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT



Multiplicité des situations

- Défaut d'études à l'échelle du bassin versant (B.V.)

- Mécanismes maîtrisés à l'échelle de la parcelle (hors relief !!) :

$$P + (I) - ETR - (R) - (D) = \text{Variation du Stock en eau}$$

$$ETR = ETr \times ETM;$$

($ETr = S/RDU$ si $S < RDU$, bilans hydriques agrométéorologiques;
ou $Tr = f(\text{AWD par tranche de sol})$ dans les simulateurs de culture)

$$ETM = Kc \times ETP$$

(avec kc (FAO) ou fonction croissante du LAI

- Possibilité d'utiliser des simulateurs de cultures pour estimer les flux (ETR, I, D) [*Cf. Exposé N. Brisson*]

- à l'échelle du B.V.

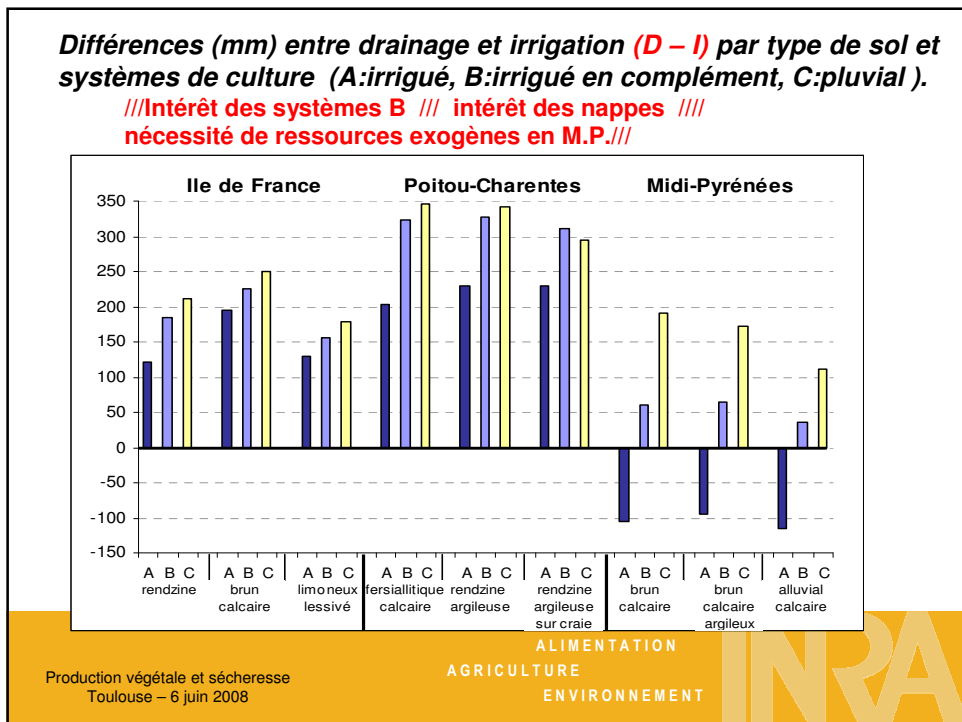
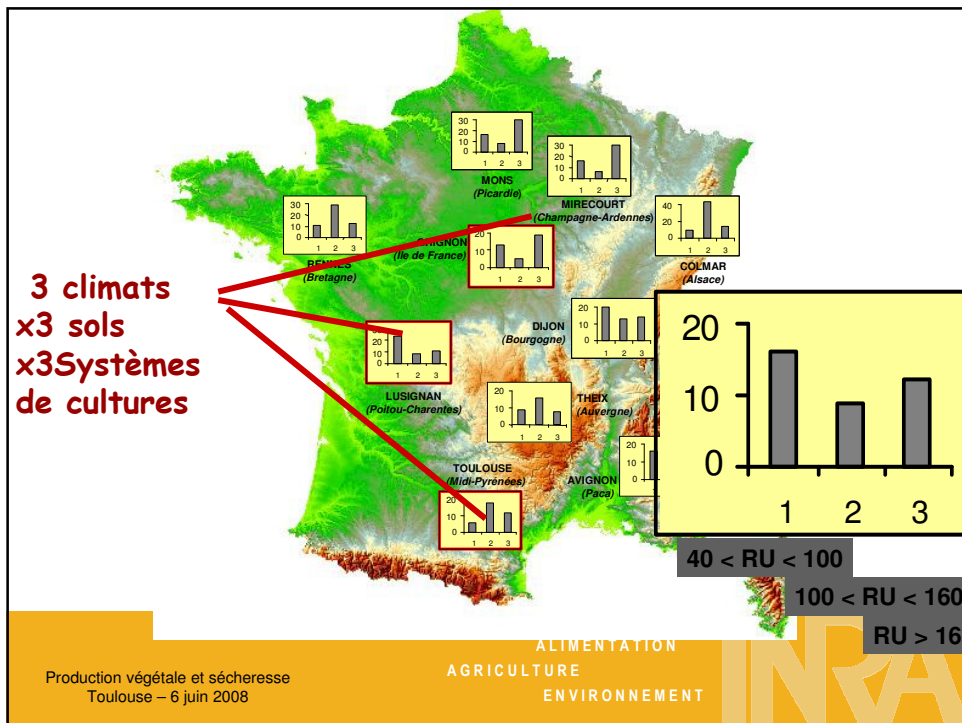
- en fonction : du pédoclimat (P_i, ETP_i, RUI) et

: des Systèmes de Cultures (SdCi)

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT





Par comparaison avec une végétation naturelle de prairie (ou de forêt), **la mise en culture des terres permet d'augmenter le drainage** vers les nappes (près de 100mm dans l'exemple).

L'agriculture n'est donc pas seulement une consommatrice d'eau pour et par l'irrigation mais, relativement à d'autres modes d'occupation des sols, elle **peut contribuer au renouvellement de la ressource**.

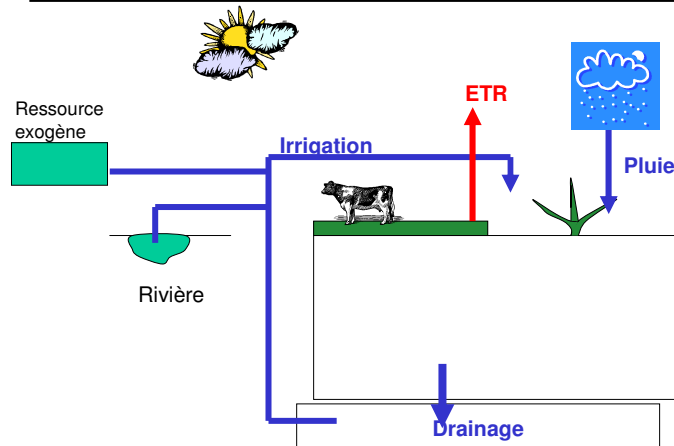
	Sol Nu	Maïs/Blé	Prairie
Drainage annuel	406mm	353mm	251mm

Drainage annuel moyen (1971-2000), à Ruffec (Charentes), en fonction du mode d'occupation du sol. (Nota: RU~100mm)

Une Typologie Balbutiante

- Deux situations fortement contrastées:
- 1/ **Bilan de réservoir**
- 2/ **Débit à assurer**

Pompage dans une nappe → « Bilan de réservoir »
 Pompage dans une rivière (alimentée ou non par une ressource exogène) → « Débit à assurer »



Production végétale et sécheresse
 Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
 AGRICULTURE
 ENVIRONNEMENT

INRA

1/Situation de « Bilan de réservoir »

- Pompages dans une nappe
- Nécessité du maintien d'un niveau
- Importance de la « restitution au milieu », $(D + (R) - I)$ (Cf simulations « 3 régions/3 sols/3 SdC »)
- Couplage, à l'échelle du B.V., de l'agriculture pluviale et de l'agriculture irriguée de différentes formes
- Rôle de « contributeur relatif à la ressource » de l'agriculture pluviale par rapport à la végétation naturelle (~100mm – modèles et mesures)

Production végétale et sécheresse
 Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
 AGRICULTURE
 ENVIRONNEMENT

INRA

1/ Bilan de réservoir *(suite)*

→ Les **potentialités en surface irriguées** sont fonction:

- des ressources du milieu
- des jeux de Systèmes de Cultures (*attention S.de C. # cultures*)

→ La mise en place d'une **gestion volumétrique** concertée se doit de prendre en compte des **bases physiques**

→ L'amélioration des **pratiques** n'a qu'un **effet second** (*sur la quantité*), **la clé, c'est la répartition des Systèmes de Cultures** (*pluvial / irrigué total / irrigué partiel ; cultures d'hiver et de printemps*)

D'où

→ **études** (modèle x base pédo-climato-S.de C.)

→ **recherches** (Agro-pédo-climatologie x hydrologie x hydrogéologie)

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

2/Situation de « Logique de débit »

- Pompage dans un cours d'eau (alimenté ou non)
- **Temporalité** du problème
- Le débit d'étiage (*incidence de la qualité*) fixe la quantité d'eau disponible
- Cette quantité d'eau fixe les **potentialités du milieu** en terme **d'irrigation estivale**

→ L'association de « Systèmes de Cultures » en **irrigation de complément** permet une augmentation de la surface potentiellement irrigable

→ Dans ce cas **l'amélioration des pratiques conserve tout son intérêt** sur le plan quantitatif, tant pour l'agriculteur que pour le gestionnaire de la ressource

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Conclusion sur l'action de l'agriculture sur la ressource en eau

A l'échelle d'un bassin versant,

solidarité de fait entre

- **l'agriculture irriguée** qui consomme et
- **l'agriculture pluviale** qui « restitue »;

L'amélioration des pratiques n'est qu'un volet de l'action, l'autre, tout aussi important, consiste à

définir des jeux de systèmes de culture compatibles avec les potentialités du milieu

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

La diversité des systèmes de culture, un double intérêt:

- Assurer à l'agriculteur une **autoprotection** de la production
- Permettre une **gestion améliorée de l'eau** :
 - diminution de la quantité totale d'eau d'irrigation
 - meilleure répartition temporelle des prélèvements

→ **Assurer la rentabilité des systèmes alternatifs :**

a) recherche de débouchés b) structuration de filières

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Production agricole en conditions de sécheresse

le sorgho

Son intérêt :

thermophile, bon enracinement, besoins en eau réduits (possible en pluvial), bonne utilisation des engrais

Ses débouchés :

alimentation animale (cf. USA, E), potentialités en énergie renouvelable

Recherche et sélection: améliorer la productivité

Problème : maintien de la marge brute lié à l'organisation de la filière

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA

Conclusion → *Se préparer à une situation de « Production sous contrainte hydrique »*

→ en pluvial (Cf Changement climatique)

→ en irrigué (idem + compétition entre usages)

→ Améliorer les pratiques et Diversifier les cultures

-Aujourd'hui: | -cultures d'hiver ou variétés précoces
| -itinéraires techniques appropriés

Demain: | -recherche: tolérance et productivité

| -profession: débouchés + filières

H2O: gestion concertée

Production végétale et sécheresse
Toulouse – 6 juin 2008

ALIMENTATION
AGRICULTURE
ENVIRONNEMENT

INRA