

L'HYDROLOGIE



1/31

REPLISSAGE DE LA RETENUE

- Études statistiques des débits dans la rivière (stations de jaugeage)
- Prise en compte du débit moyen (module) et de sa variation au cours de l'année
- Débit réservé (souvent exprimé en pourcentage du module)
- Évaporation sur la surface de la retenue
- Apports complémentaires

2/31

LES CRUES MOYENNES

- Notion de courbes de tarage : $Z \Rightarrow Q=f(Z)$
- Historique des débits maxi annuels
- Probabilités « constatées »
- Des lois d'extrapolation

3/31

LES CRUES EXTREMES

- Méthodes de la CMP (PMF des anglo-saxons) : estimation du déluge et vérification à l'ELU
- Méthodes statistiques et vérification à l'ELS :
 - $Q_{\text{projet}} = Q_{1000}$ pour les barrages en béton
 - $Q_{\text{projet}} = Q_{10000}$ pour les barrages en remblai

4/31

DÉTERMINATION CLASSIQUE DES CRUES

- Observation des débits en rivière et extrapolation des probabilités « expérimentales »
- Observation des pluies et utilisation de modèles d'écoulement
- Recours à des formules régionales (Francou - Rodier) en fonction de la surface S du bassin versant :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{S_1}{S_2} \right)^{1 - \frac{K}{10}}$$

K = 2 pour la Seine - 5,5 pour les Cévennes

5/31

DÉTERMINATION CLASSIQUE DES CRUES (suite)

- Formule moyennes générales
 - $Q_{1000} = 4 \times S^{0,72}$
en Bretagne et Nord du Massif Central
 - $Q_{1000} = 16,4 \times S^{0,72}$
en zone méditerranéenne

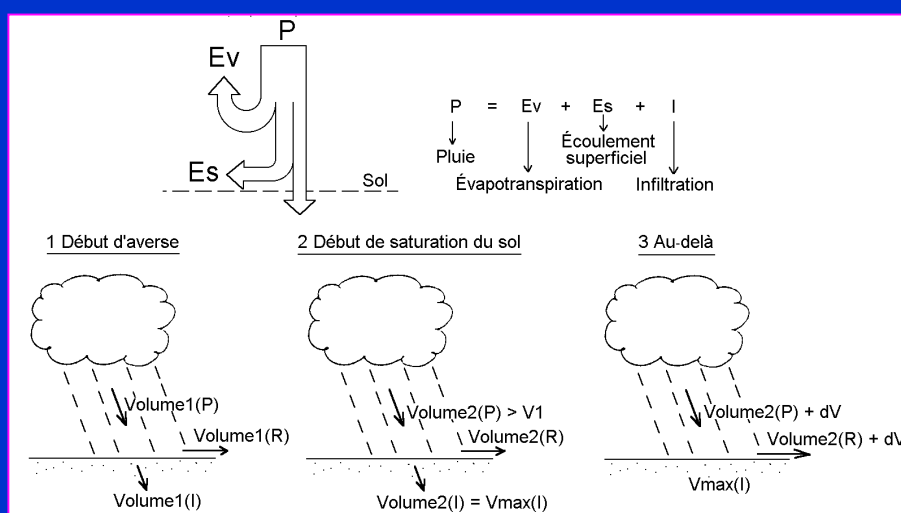
6/31

MÉTHODE DU GRADEX (EDF) HYPOTHÈSES

- La densité de probabilité des pluies suit, en un point, une loi à décroissance exponentielle
- Le coefficient de forme égal au rapport entre le débit de pointe de la crue et le débit moyen de la crue est indépendant de celle-ci
- Au-delà d'un seuil de pluie (seuil de saturation), toute pluie supplémentaire se traduit par un ruissellement équivalent

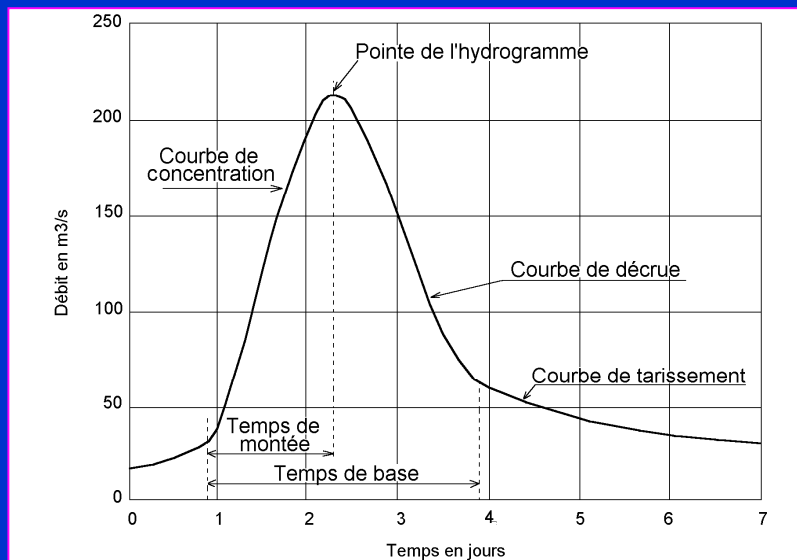
7/31

PHÉNOMÈNE DE SATURATION DU SOL



8/31

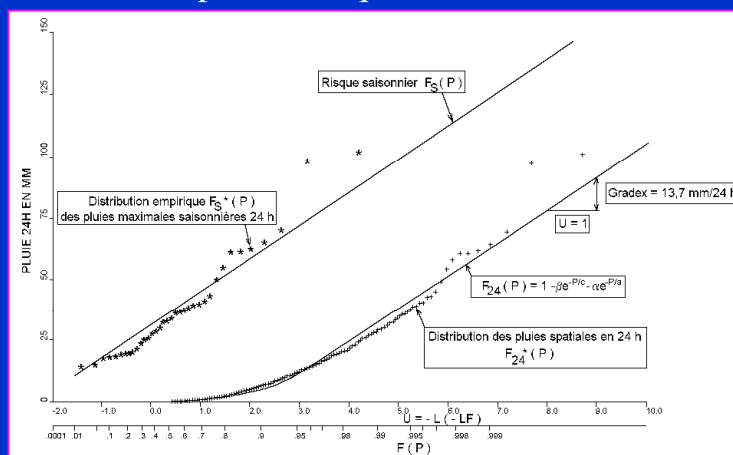
CHOIX DU TEMPS DE BASE



9/31

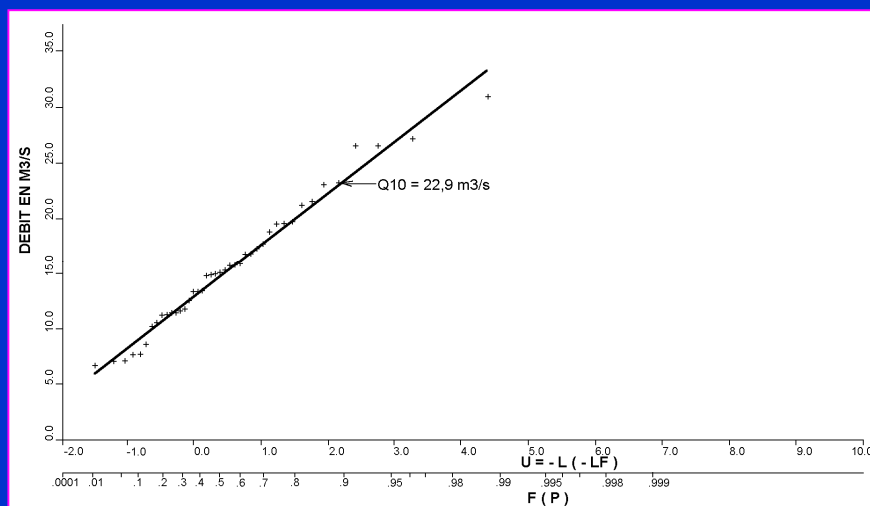
CALCUL DU GRADEX

- Par ajustement statistique sur les pluies
- En tenant compte des risques saisonniers



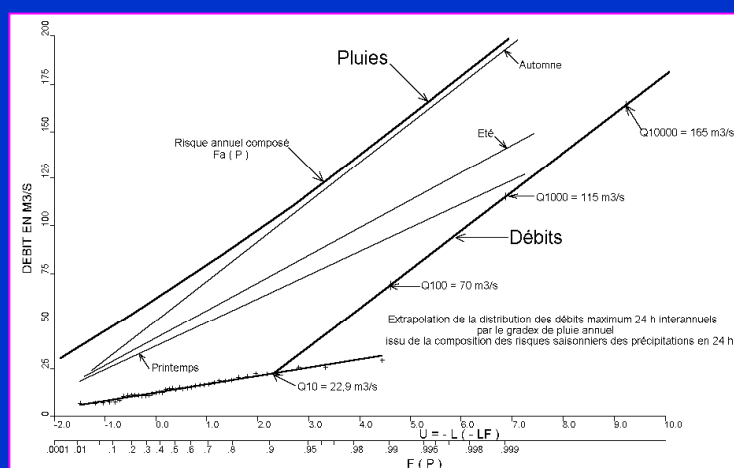
10/31

DÉTERMINATION DES DÉBITS MOYENS DES CRUES DE FAIBLES PÉRIODES DE RETOUR



11/31

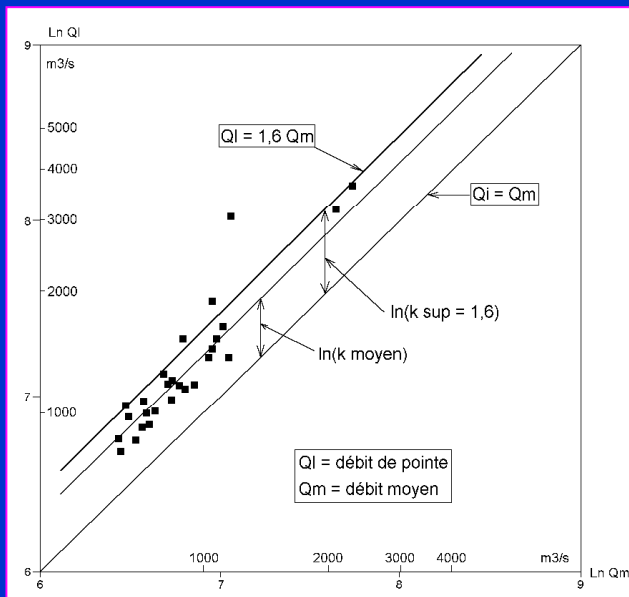
CONSTRUCTION DE LA DENSITÉ DE PROBABILITÉ DES DÉBITS MOYENS



La courbe des débits est parallèle à l'asymptote de la courbe des pluies

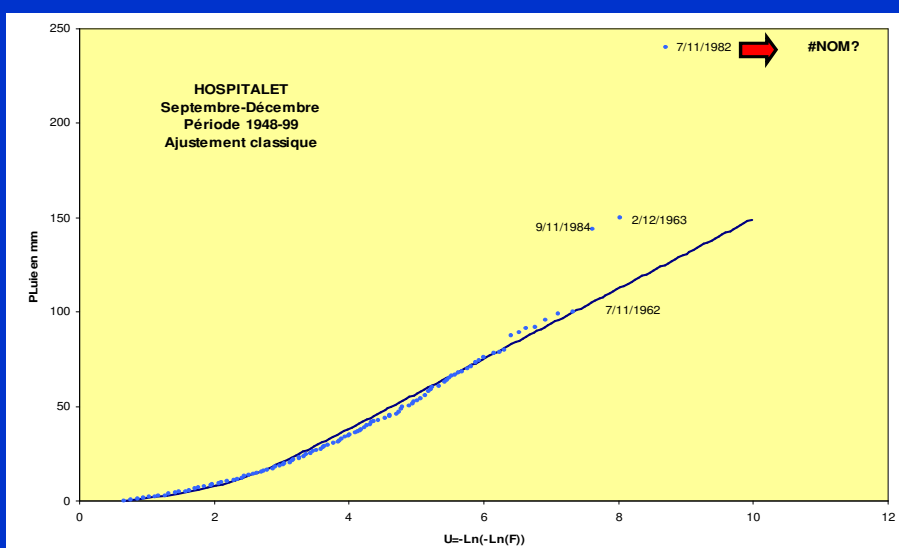
12/31

CALCULS DES DÉBITS DE POINTE



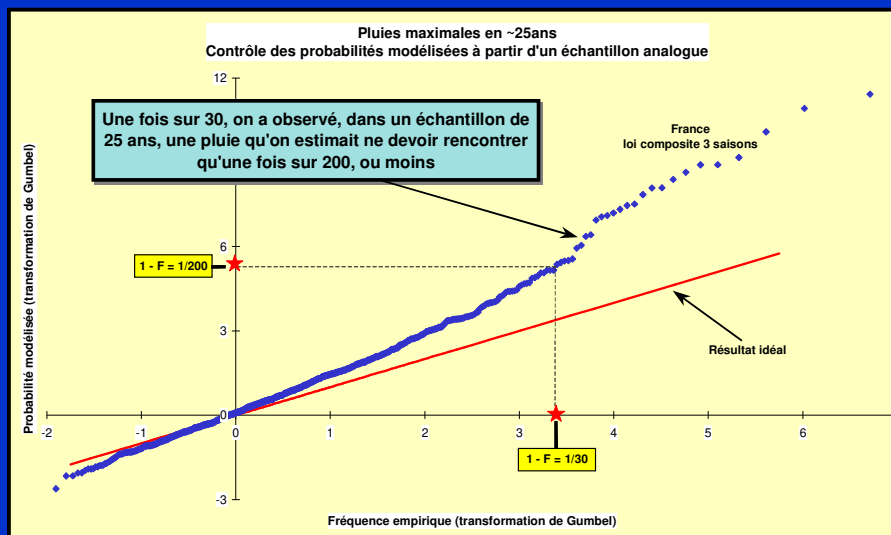
13/31

EXEMPLE DE « HORSAIN » : L'Hospitalet 1982



14/31

BIAIS DE L'ANALYSE SAISONNIÈRE



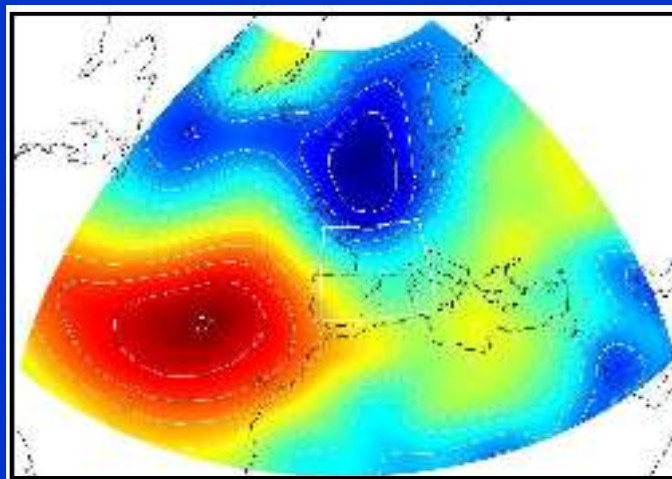
15/31

MODELE SCHADEX

- Répartition des pluies par types climatiques (pluies cévenoles, pluies de dépressions atlantiques...)
- Calage du modèle probabilistes des pluies et des successions de pluies
- Calage d'un modèle hydrologique à réservoirs sur des crues connues
- Génération aléatoire d'épisodes pluvieux
- Transformation des pluies en débits en un point par le modèle hydrologique
- Détermination des probabilités expérimentales des débits

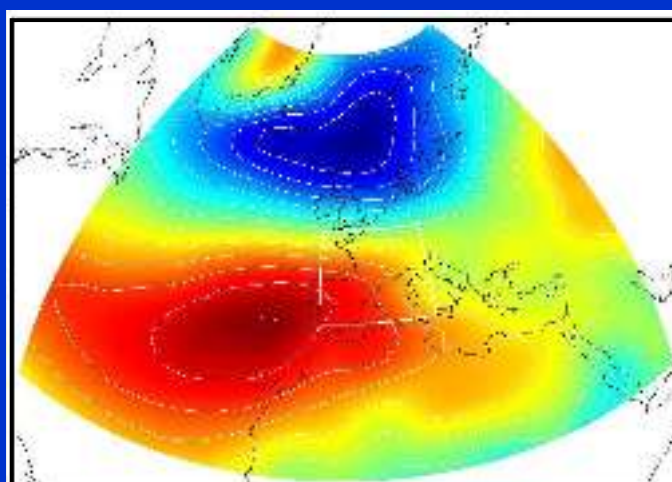
16/31

Type 1 : « Onde atlantique »



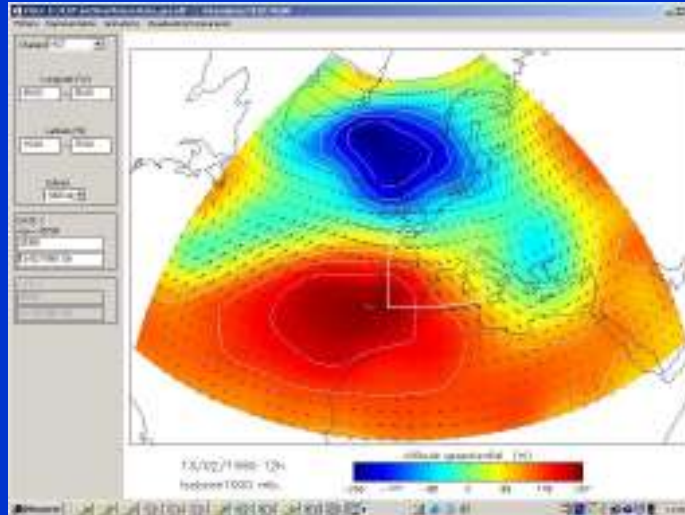
17/31

Type 2 : « Océanique stationnaire »



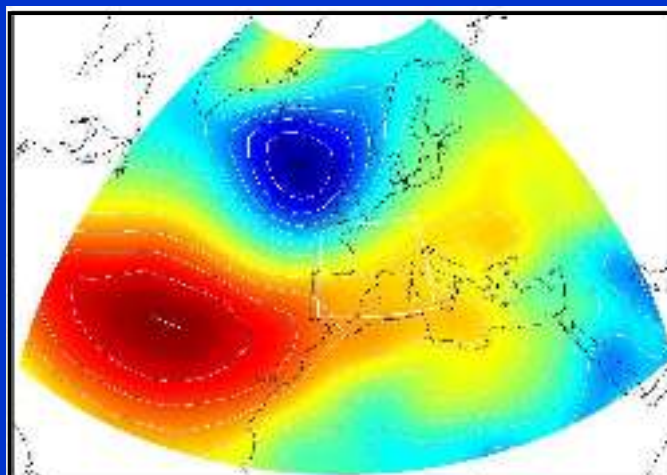
18/31

Type 2 : Exemple du 13 février 1990



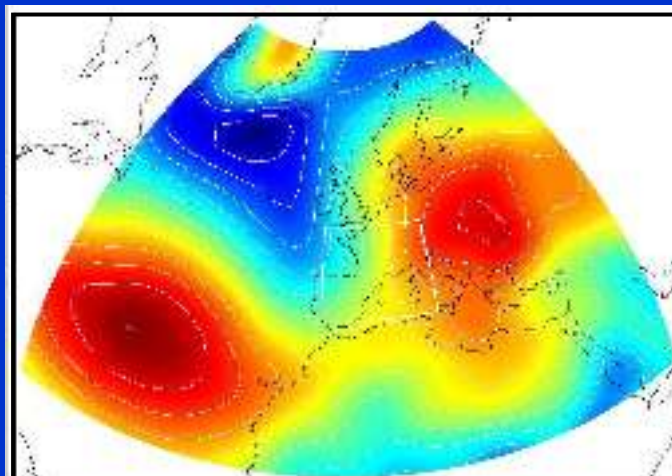
19/31

Type 3 : « Sud-Ouest »



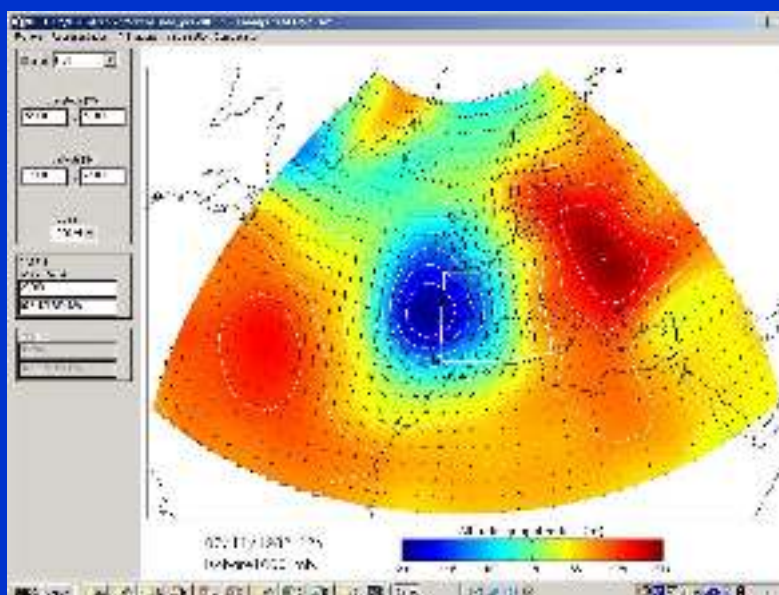
20/31

Type 4 : « Sud »



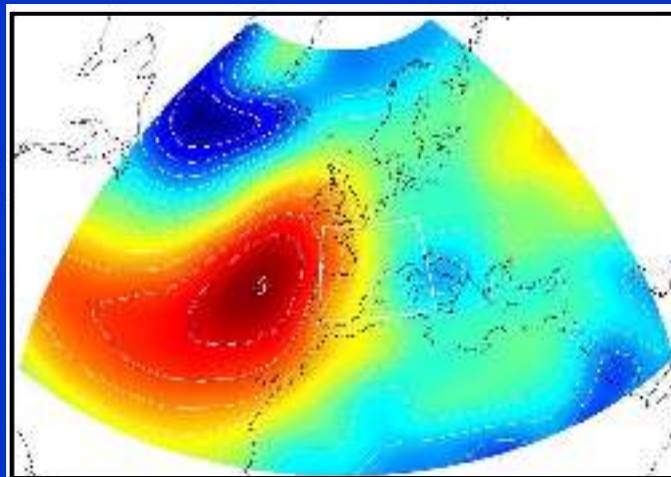
21/31

Type 4 : Exemple du 7 novembre 1982



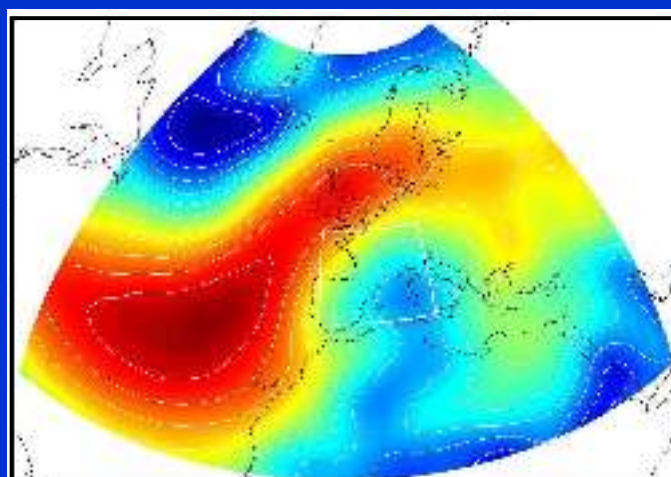
22/31

Type 5 : « Nord-Est »



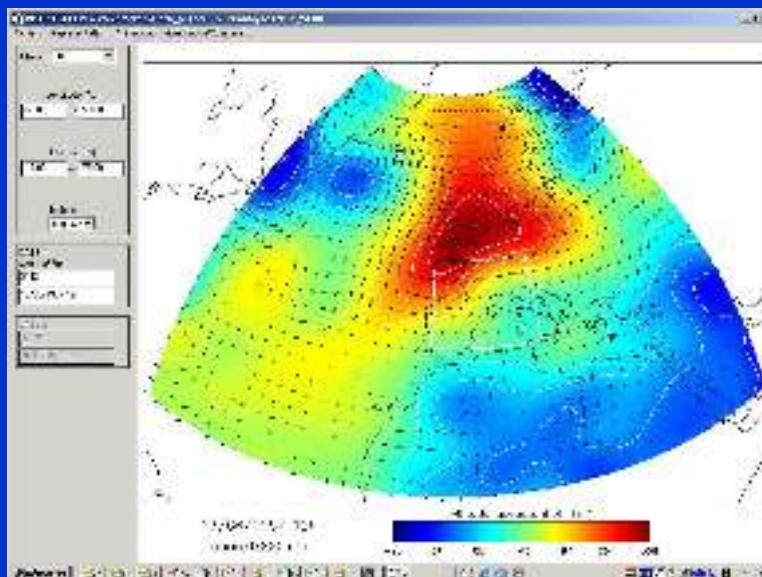
23/31

Type 6 : « Retour d'Est »



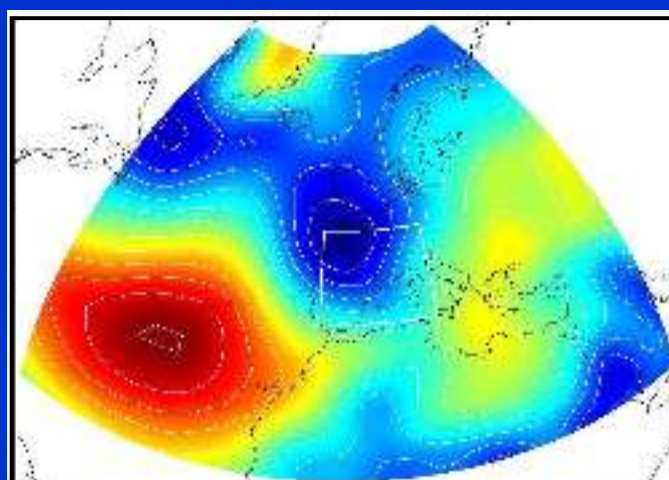
24/31

Type 6 : Exemple du 13 juin 1957



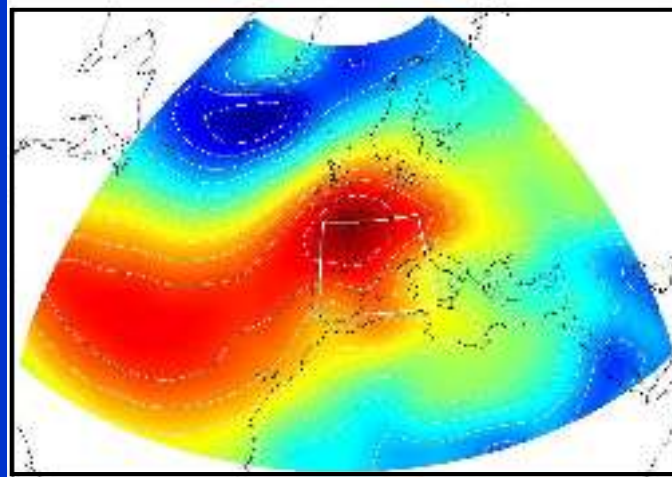
25/31

Type 7 : « Dépression centrale »



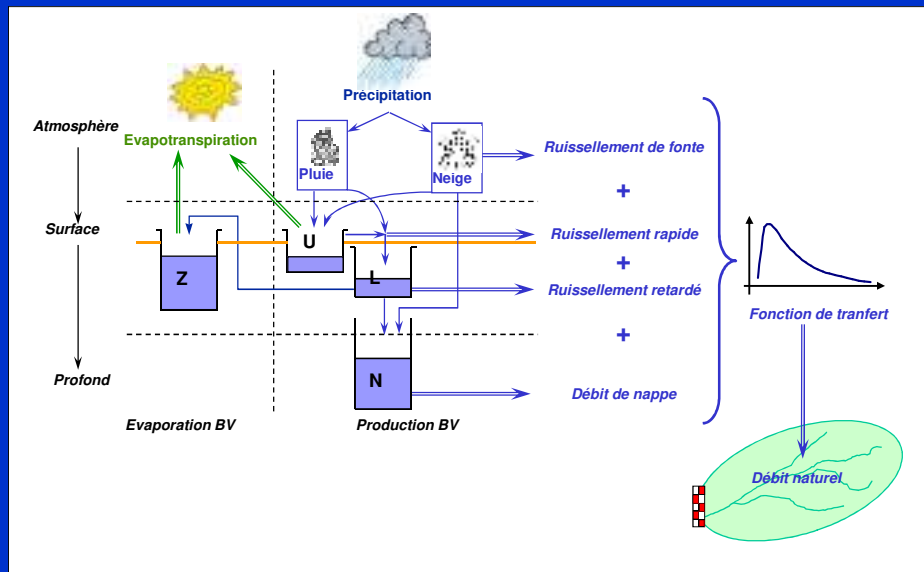
26/31

Type 8 : « Anticyclonique »



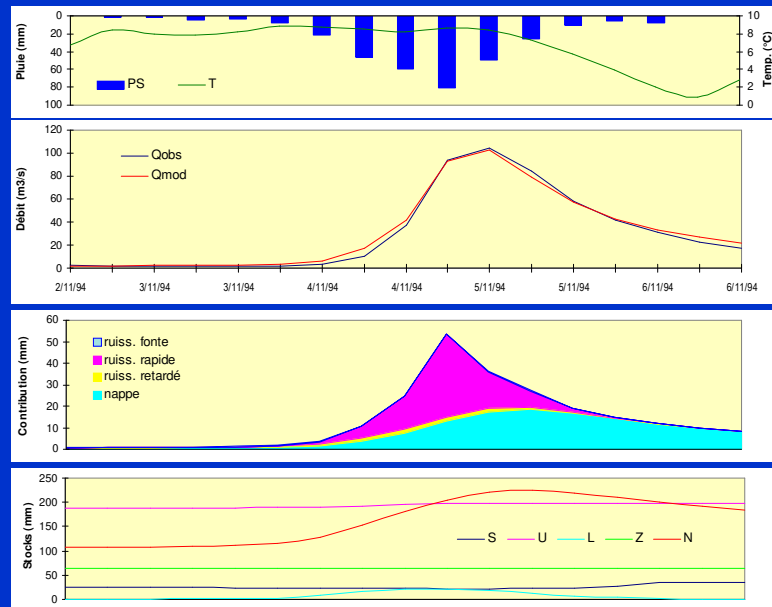
27/31

LE MODELE HYDROLOGIQUE MORDOR



28/31

MODÉLISATION DES ÉPISODES PLUVIEUX



29/31

LAMINAGE DES CRUES

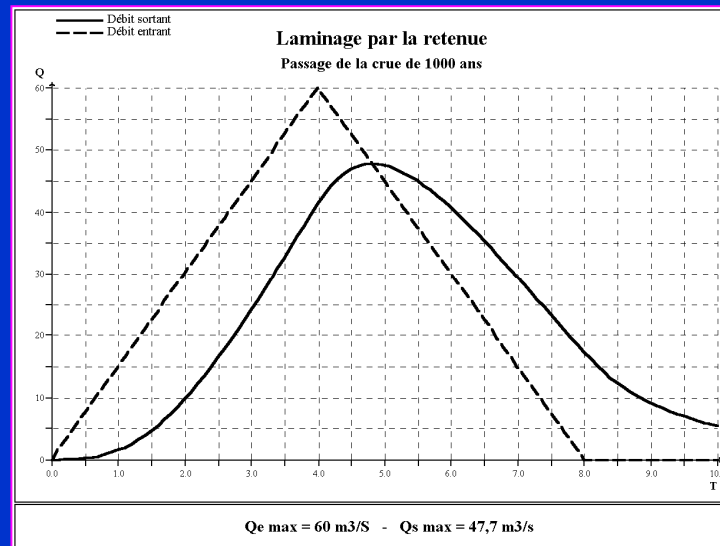
- $V(Z)$: capacité de la retenue en fonction de la cote
- $Q_e(t)$: débit entrant dans la retenue
- $Q_s(Z,t,pv)$: débit sortant en fonction de la cote de retenue et de la position des vannes

$$\frac{dV(z)}{dt} = Q_e(t) - Q_s(z,t)$$

normalement $Q_{smax} < Q_{emax}$
(effet de laminage ou d'écèlement)

30/31

EFFET DU LAMINAGE



31/31