

Les usages agricoles de l'eau

L'agriculture est la principale source de consommation d'eau en France, essentiellement à des fins d'irrigation. L'agriculture française prélève chaque année près de 3 500 millions de m³ d'eau soit 11 % des prélèvements nationaux et 68 % de la consommation d'eau. Environ 50 à 60 % de ces volumes prélevés sont consacrés à l'irrigation (sources IFEN, EA, Chambre d'Agriculture).

Les prélèvements agricoles ont fortement progressé depuis 30 ans, en raison du développement de l'irrigation et de l'évolution des pratiques agricoles. Cet usage de l'eau se caractérise des autres usages par deux aspects :

- il s'agit d'une consommation nette, c'est-à-dire que l'eau prélevée n'est pas retournée à la nature après usage,
- cette consommation est concentrée sur la période estivale.

Entre 1970 et 1997, la France a multiplié par trois et demi ses surfaces irriguées passant de 539 000 hectares à 1 907 000 hectares (soit environ 6 % des surfaces agricoles). Depuis 1997, on observe une diminution de surfaces irriguées. Ainsi, en 2000, la surface effectivement irriguée était de 1 575 000 ha, soit 5,7 % de la surface agricole.

Evolution de l'irrigation en France
Superficies en milliers d'hectares

	1970	1979	1988	1993	1995	1997	2000
Superficie irrigables	767	1 325	1 796	2 417	2 510	2 698	2 633
Superficie irriguées	539	801	1 147	1 468	1 620	1 907	1 575
% d'exploitation équipées	9 %	12 %	13 %	16 %	17 %	17 %	16 %

De fortes disparités géographiques sont à noter dans la pratique de l'irrigation. 58 % des surfaces irriguées se situent dans les régions Aquitaine, Midi Pyrénées, Poitou Charentes et Centre.

Les travaux récents d'irrigation sont principalement dévolus à la culture du maïs, dont la rentabilité augmente sensiblement avec l'irrigation. Une irrigation qui constitue, de par son caractère saisonnier, la principale cause de tension sur la répartition des ressources. En Rhône-Alpes, l'irrigation concerne l'arboriculture, les petits fruits, le maraichage et l'horticulture principalement.

Les besoins en eau des différentes cultures varient de façon très significative, de 2000 à 20 000 m³ par an et par hectare suivant le climat, le type de culture et le nombre de récoltes annuelles.

Pour des productions et des climats moyens, le tableau suivant nous indique des ordres de grandeur de besoins en eau totaux exprimés en 10 m³ par ha. Ces besoins peuvent être couverts par les réserves du sol, la pluie ou l'irrigation.

Les Cultures qui consomment le plus d'eau :

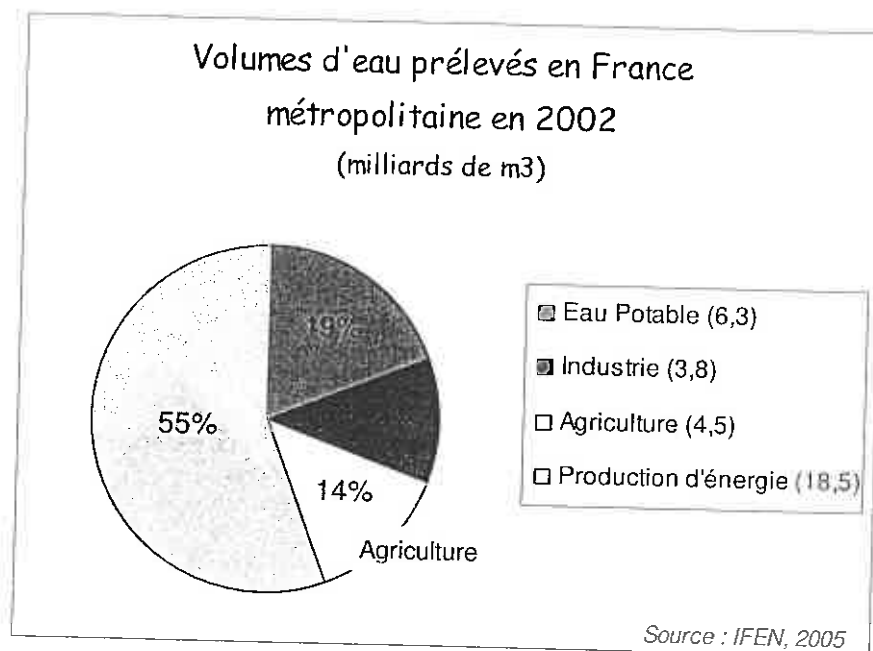
Canne à sucre	1 250
Bananes	1 200
Dattes	1 100
Pamplemousses	825
Riz	770
Coton	750
Betterave à sucre	650
Soja	637
Arachide	600
Maïs	575
Blé	550
Patate douce	537
Pommes de terre	487
Sorgho	475
Oignon	475
Tomate	450
Tabac	400
Haricots	375

En France, la répartition des consommations d'eau d'irrigation entre les différentes cultures se fait comme suit :

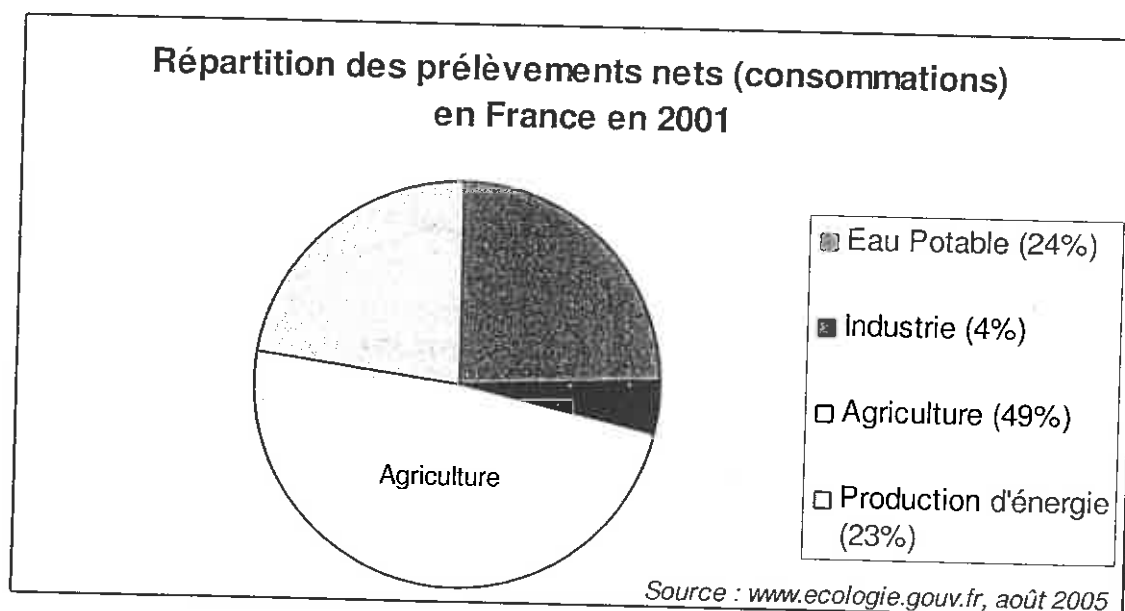
- Maïs (grain, semence) : 50 %
- Fourrages (maïs et prairies) : 9 %
- Cultures permanentes : 9 %
- Légumes frais 8 %
- Oléagineux – protéagineux : 7 %
- Céréales sauf maïs : 6 %
- Prairies : 2 %
- Autres cultures : 9 %

Les activités d'élevage sont aussi fortement consommatrices d'eau. On estime la consommation quotidienne d'eau par tête entre 50 et 200 litres pour le gros bétail et entre 10 et 40 litres pour le petit bétail.

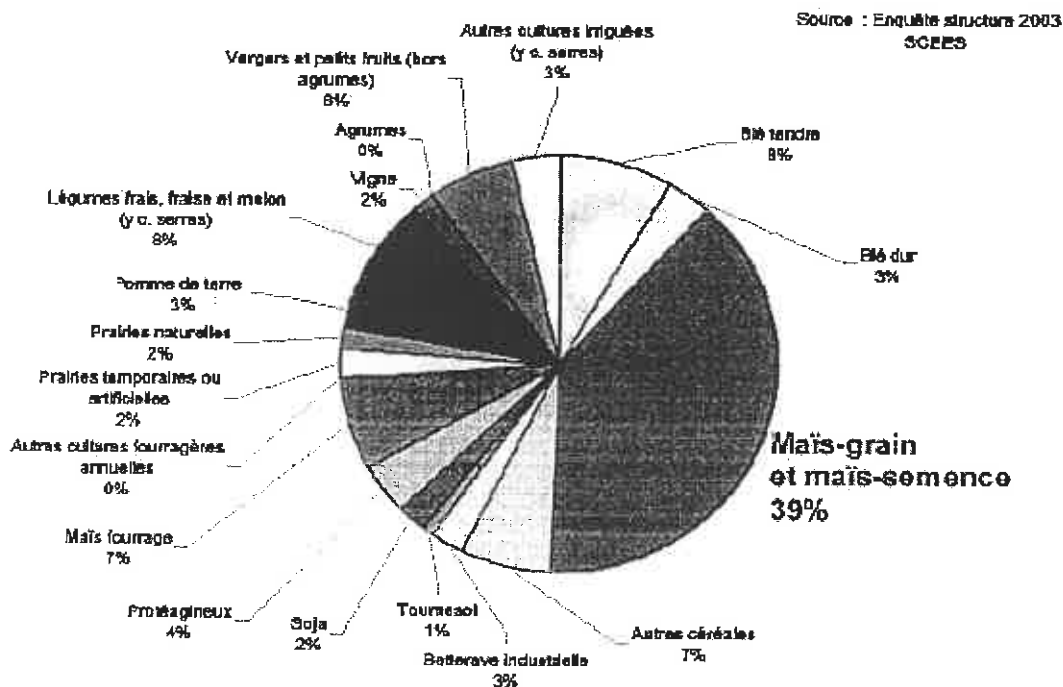
Eau : prélèvements par usage



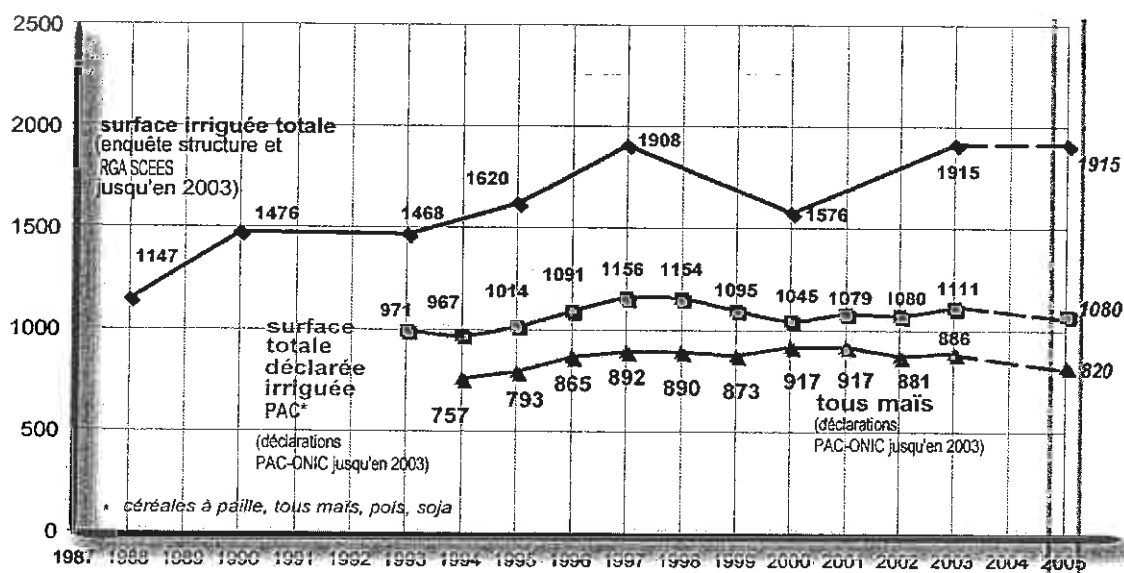
Eau : consommations par usages



Irrigation : répartition des cultures



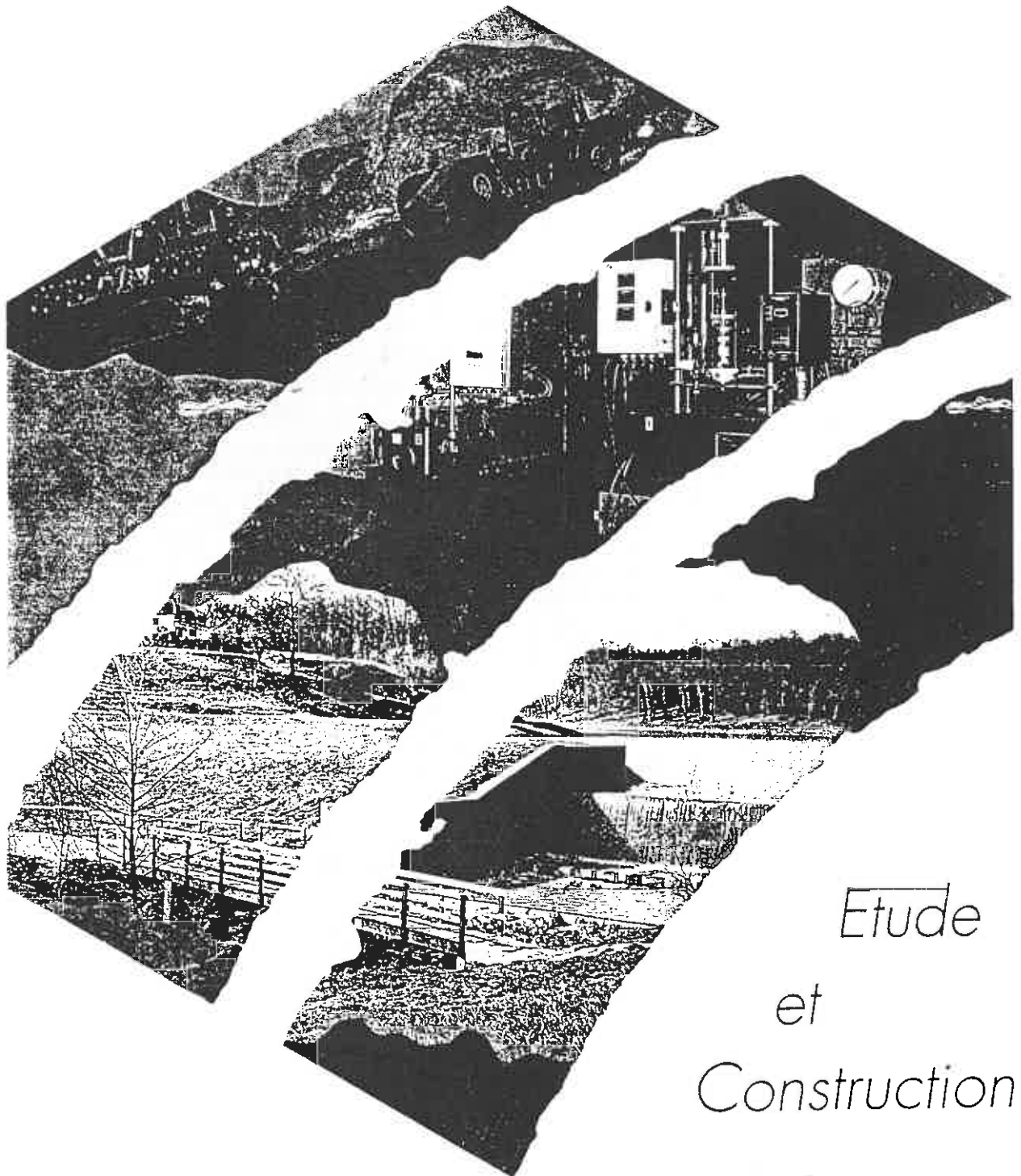
Irrigation : évolution des surfaces



Les barrages en terre

CEMAGREF

ministère de l'**agriculture** et de la **forêt**



*Etude
et
Construction*

PETITS BARRAGES EN TERRE

INTRODUCTION

**Ce document concerne les petits barrages homogènes
c'est-à-dire ceux dont la hauteur n'excède pas une dizaine de mètres et qui sont réalisés à l'aide d'un matériau
argileux compacté suffisamment étanche.**

**Pour les autres ouvrages et pour une plus ample information, le lecteur pourra se reporter au document
"TECHNIQUE DES BARRAGES EN AMENAGEMENT RURAL" publié par le Ministère de l'Agriculture**

(DERF - Bureau de l'Information et de la Documentation - 19, Avenue du Maine - 75732 - PARIS CEDEX 15)

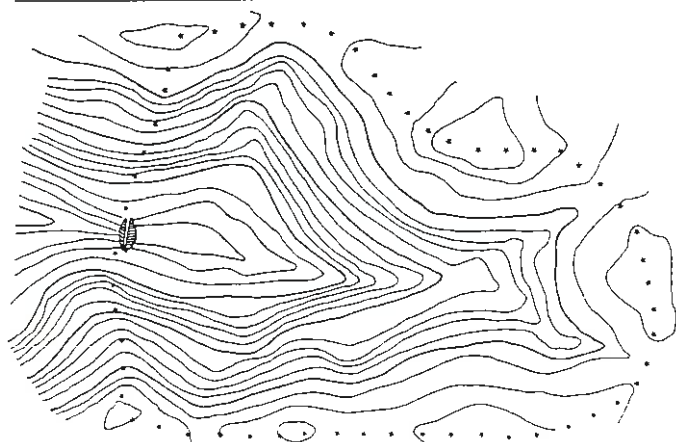
De nombreux petits barrages en terre sont construits tous les ans en France en milieu rural ; ils répondent à différents objectifs : eau potable (ressources, appoint, secours), protection contre l'incendie, irrigation, loisirs, pisciculture... Ces petits barrages permettent d'accroître les ressources en eau disponibles et contribuent au développement de l'espace rural.

Certains de ces petits barrages sont mal étudiés, mal conçus, mal réalisés, ce qui entraîne des désordres plus ou moins graves pouvant conduire dans les cas extrêmes à l'impossibilité d'utiliser l'aménagement. **Le but de cette note est de souligner les principales dispositions techniques à respecter pour éviter ces déboires** ; basée sur l'expérience acquise par les trois Divisions spécialisées du Département Hydraulique Agricole du CEMAGREF, elle ne prétend pas être un guide complet du projet, **chaque site étant un cas particulier qui nécessite l'intervention d'organismes spécialisés.**

■ ASPECTS TECHNIQUES

Lorsqu'un site est envisagé pour la construction d'un barrage, **les principaux critères suivants sont à examiner :**

Barrage, plan d'eau et bassin versant



- **volume** : pour être économiquement intéressant, le rapport du volume d'eau sur le volume du remblai compacté doit être suffisamment grand, en général supérieur à 5 ;
- **remplissage** : les apports du bassin versant doivent être suffisants pour assurer le remplissage annuel de la retenue ;
- **crues** : pour éviter la submersion et donc la destruction probable du barrage en terre, il est nécessaire de réaliser un ouvrage capable d'évacuer les crues les plus importantes ; un grand bassin versant entraîne des ouvrages évacuateurs de crues coûteux ;
- **stabilité** : des fondations peu résistantes posent des problèmes de stabilité pour le barrage ;
- **étanchéité** : elle est à vérifier au droit du barrage et dans la cuvette ;
- **emprunts** : des matériaux convenables pour la construction du remblai compacté doivent être disponibles à proximité.

■ ASPECTS ADMINISTRATIFS

La construction d'un barrage sur un cours d'eau permanent ou non est soumise à **autorisation préfectorale**. Le dossier de demande à constituer par le pétitionnaire comporte en particulier les plans et descriptions techniques de l'ouvrage. Il est, dans la grande majorité des cas, instruit par la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt (art. 106 du Code Rural). Un dispositif doit permettre de maintenir en permanence dans le cours d'eau un débit au moins égal au dixième du débit moyen interannuel ou au débit naturel si celui-ci est inférieur (art. 410 du Code Rural).

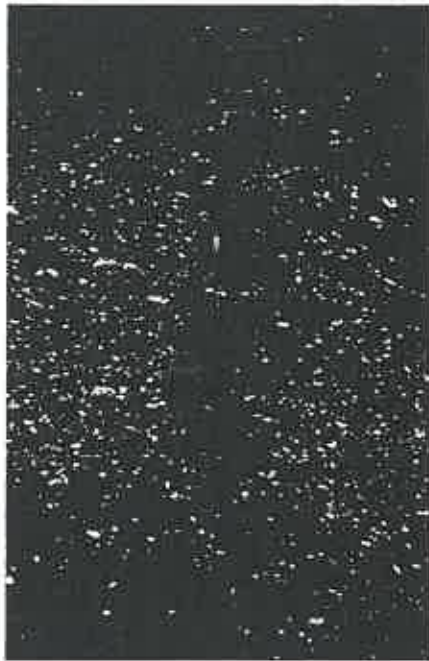
En outre les barrages de faible hauteur qui stockent un volume d'eau important peuvent intéresser la **sécurité publique** et à ce titre des précautions supplémentaires, non précisées dans cette note, sont prévues par la réglementation en vigueur.

DESORDRES DUS AU NON RESPECT DES REGLES ELEMENTAIRES

En dehors des cas où la cuvette ne se remplit pas (apports insuffisants ou fuites trop importantes), les principaux désordres constatés sont les suivants :

■ rupture par **glissement des talus** à cause :

- d'une pente trop forte ;
- d'une fondation peu résistante ;
- d'un compactage insuffisant ;
- d'une absence de dispositif drainant ;
- de la présence de terre végétale dans le corps du barrage ;



Glissement
de
talus



Détérioration du parement
amont non protégé sous l'action du battillage

■ **submersion du remblai** et destruction du barrage à cause de l'insuffisance de l'évacuateur de crues ;

■ **affouillements** importants dus à la mauvaise conception du coursier et du bassin de dissipation d'énergie ;

■ **dégradation du parement amont** par l'action des vagues ;

■ **glissement des talus des zones d'emprunt.**

■ formation d'un **renard** (érosion interne régressive entraînant la formation d'un conduit par lequel la retenue se vide et destruction d'une partie du barrage) par suite :

- d'une insuffisance ou d'une absence de clé d'étanchéité ;
- d'une absence de dispositif drainant ;
- d'une mauvaise étanchéité de la conduite de vidange due à une réalisation défectueuse des soudures ;
- d'une absence d'écrans ou d'un mauvais compactage le long de la conduite ;
- d'une hétérogénéité du remblai ;

Glissement d'un talus de zone d'emprunt



ETUDES PREALABLES

**Les études préalables nécessaires
pour l'établissement du projet comportent les différentes phases décrites ci-après.
Leur contenu dépend des problèmes posés par le site.**

■ TOPOGRAPHIE

Un plan topographique à l'échelle du 1/500^e ou du 1/1.000^e de la zone d'implantation du barrage et de la cuvette permet de calculer les volumes, de déterminer la surface noyée, de localiser les travaux de reconnaissance et d'implanter les ouvrages et les zones d'emprunt.

■ HYDROLOGIE

Les études hydrologiques (remplissage et crues) sont complexes et demandent l'intervention d'**organismes spécialisés** (notamment le Service Régional d'Aménagement des Eaux - S.R.A.E.) ; elles sont basées sur des mesures, des comparaisons entre bassins versants et des méthodes statistiques de calcul.

Pour les petits bassins versants des régions de plaine, de superficie inférieure à 500 hectares, les ordres de grandeur suivants sont donnés à titre indicatif :

- **l'apport annuel** qui permet de garantir le remplissage pour la plupart des années sèches peut être estimé à environ 10 % de la pluviométrie moyenne annuelle, soit 500 à 1.500 m³ par hectare de bassin versant ;
- l'évacuateur de crues doit permettre le passage d'une **crue de période de retour 1.000 ans** pouvant être ramenée à 100 ans pour les très petits ouvrages ne présentant aucun danger pour l'aval ; les observations effectuées montrent que les débits maximaux, pour un bassin versant de 100 hectares, peuvent atteindre des valeurs de l'ordre d'une dizaine de m³/s.

Pour ces deux calculs, il existe des approches rapides basées sur des synthèses nationales : formule nationale d'estimation des apports, méthodes SOCOSE ou CRUPEDIX pour les crues décennales.

Dans certains cas, il peut être nécessaire d'étudier également les apports solides et la qualité des eaux.

■ GEOLOGIE ET GEOTECHNIQUE

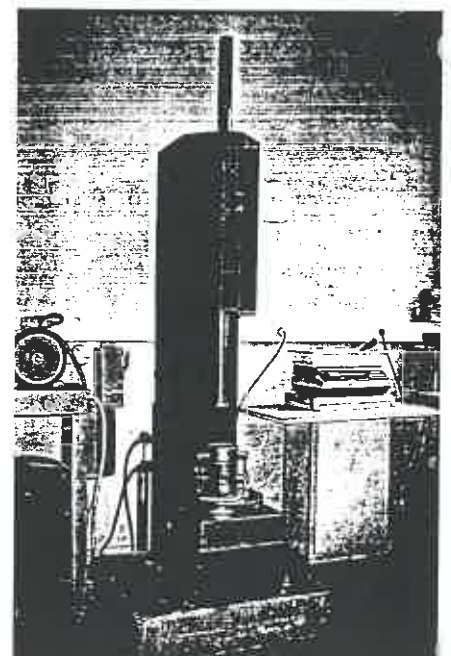
Les études géologiques et géotechniques ont pour but de contrôler :

- l'étanchéité et la résistance des fondations ;
- l'étanchéité de la cuvette et la stabilité de ses versants ;
- la présence en quantité suffisante (1,5 à 2 fois le volume du remblai) de matériaux convenables pour la construction du barrage.

Elles doivent être confiées à des organismes spécialisés.

La première phase de ces études consiste, après une éventuelle visite préliminaire du site, à reconnaître la nature géologique et géotechnique des terrains constituant la zone d'implantation du barrage et la cuvette, à l'aide d'une pelle hydraulique sur chenilles suffisamment puissante (environ 100 CV, profondeur d'investigation minimale 4 m, largeur du godet 0,60 m à 1,00 m). Le creusement des tranchées permet l'observation des couches et le **prélèvement d'échantillons remaniés** (cuvette et fondation) et d'échantillons intacts (fondation). En général on exécute une tranchée tous les 10 à 30 m sur l'axe du barrage et 10 à 30 tranchées dans les zones d'emprunt.

Essai
de
compactage
au
laboratoire



ETUDES PREALABLES

A l'issue de cette première phase, trois conclusions sont possibles :

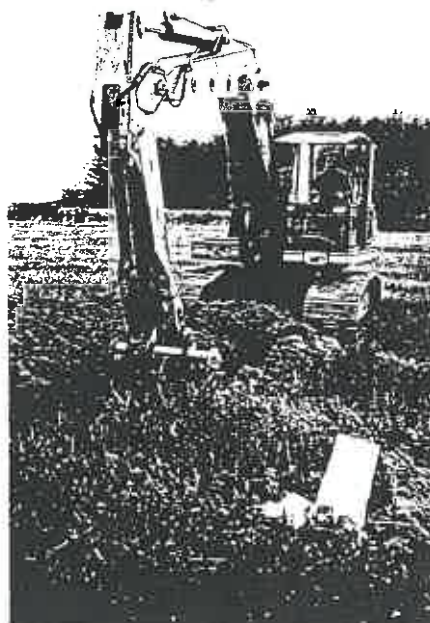
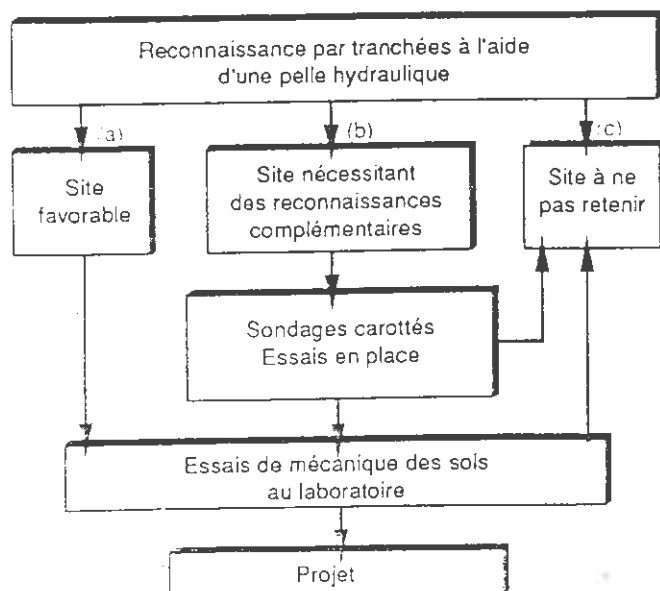
- a/ le site paraît favorable, sous réserve des résultats des essais de laboratoire ;
- b/ le site nécessite des reconnaissances complémentaires pour vérifier les conditions d'étanchéité, de stabilité ;
- c/ le site ne peut pas être retenu car l'ampleur des problèmes posés ne permet pas d'envisager la réalisation de l'aménagement à un coût raisonnable.

La deuxième phase (éventuelle) peut comporter différents types de reconnaissances complémentaires parmi lesquels on peut citer :

- les sondages carottés (coupe des terrains, mesures de perméabilité à l'aide d'essais LEFRANC et LUGEON, prélèvements intacts) ;
- les mesures géophysiques (méthodes sismiques, électriques) associées à des sondages ;
- les essais mécaniques en place (pénétromètre, scissomètre).

Les résultats de cette deuxième phase peuvent conduire à l'élimination du site.

TABLEAU RECAPITULATIF DES ETUDES GEOTECHNIQUES

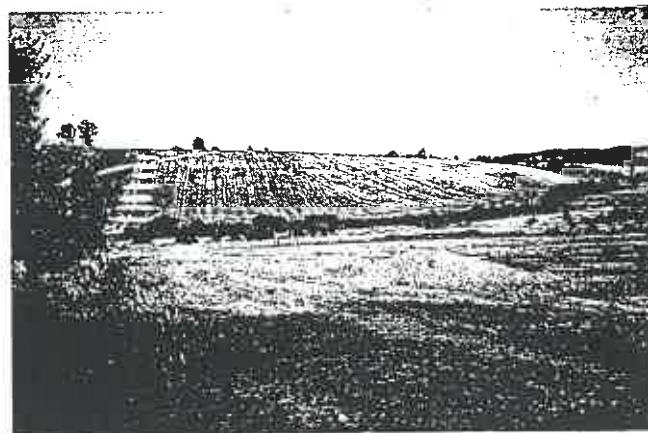


Crausement d'une tranchée

La dernière phase est constituée par des essais de mécanique des sols au laboratoire :

- essais d'identification (teneur en eau, granulométrie, limites d'Atterberg) ;
- essais de compactage (énergie Proctor Normal) sur les matériaux destinés à la construction du barrage ;
- essais mécaniques et hydrauliques (résistance au cisaillement à l'essai triaxial, compressibilité à l'oedomètre, perméabilité) sur des échantillons intacts prélevés en fondation et sur des échantillons compactés.

Vue de tranchées exécutées sur un site



CONCEPTION DES OUVRAGES

Le niveau normal des eaux est fixé par les besoins,
la topographie et les possibilités de remplissage. Le débit de la crue de projet,
l'effet du laminage et le type d'évacuateur choisi déterminent le niveau des plus hautes eaux.
La prise en compte de l'action des vagues permet de calculer la revanche et donc d'obtenir la cote de la crête du barrage.

PROFIL ET STRUCTURE DES PETITS BARRAGES EN TERRE

Seuls sont considérés ici les barrages homogènes en matériaux fins argileux ne posant pas de problèmes particuliers d'étanchéité ou de stabilité qui nécessiteraient le recours à des techniques spécifiques (géomembrane, paroi moulée, injections, purge des fondations, drainage des fondations, barrage à zones ...).

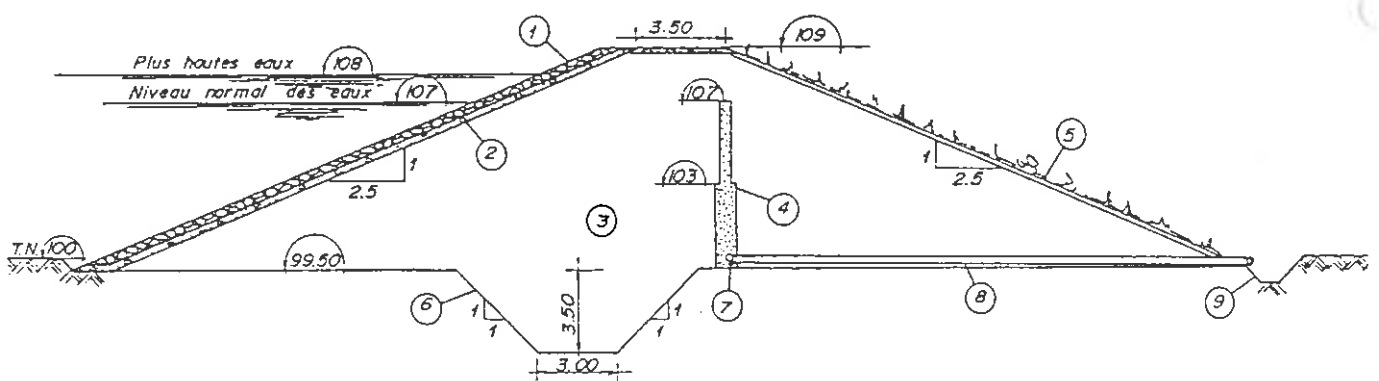
Les principaux éléments du projet à déterminer sont les suivants :

- **fondation** : le décapage de la terre végétale sous le remblai est indispensable (environ 0,50 m) ; la profondeur de la clé d'étanchéité, destinée à réduire les infiltrations à travers la fondation, dépend de la nature géologique des terrains ; même en l'absence de couches perméables observées, une profondeur de l'ordre du tiers de la hauteur du remblai est préconisée ;

cette profondeur ne sera jamais inférieure à 1,50 m, y compris sur les versants à l'extrémité du barrage (sauf présence de roches étanches) ;

- **pentés des talus** : elles sont établies par une étude de stabilité à partir des caractéristiques de résistance au cisaillement du remblai et de la fondation et des conditions d'écoulement des eaux d'infiltration ; en général ces pentes sont comprises entre 1/2 et 1/3 (1 m verticalement pour 2 à 3 m horizontalement) ; la largeur minimale en crête du remblai compacté est de 3 m ;
- **dispositif drainant** : il a pour but d'éviter que les eaux d'infiltration traversant le remblai débouchent sur le parement aval, ce qui entraînerait la détérioration ou la destruction du talus ; le dispositif proposé est constitué par une tranchée drainante verticale en sable propre (matériau drainant et filtrant), d'épaisseur 0,50 m à 0,80 m, munie à sa base d'un collecteur perforé enrobé d'un géotextile filtrant ; les eaux recueillies sont

Exemple de coupe transversale d'un barrage



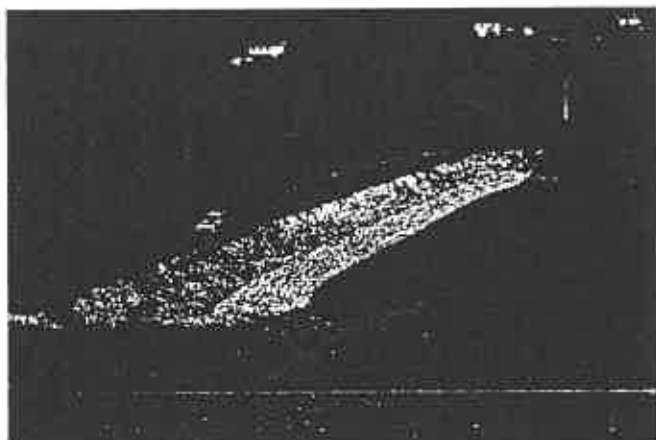
- 1) 40 cm d'enrochements 100-400 mm ($d_{50} = 250$ mm)
- 2) 20 cm de grave 0-100 mm
- 3) matériaux fins argileux compactés
- 4) tranchée drainante en sable propre 0-5 mm (granulométrie continue, moins de 5 % d'éléments inférieurs à 80 μ) d'épaisseur 80 cm jusqu'à la cote 103 et d'épaisseur 50 cm entre les cotes 103 et 107

- 5) 10 à 20 cm de terre végétale
- 6) clé d'étanchéité
- 7) collecteur plastique perforé, diamètre extérieur 125 mm enrobé d'un géotextile non tissé
- 8) collecteur plastique aveugle, diamètre extérieur 75 mm (type adduction d'eau), pente 1/100 (4 collecteurs, un tous les 20 m)
- 9) fossé de pied

CONCEPTION DES OUVRAGES

évacuées par des tuyaux (3 à 5 au minimum, écartés de moins de 20 m) dans un fossé situé au pied du talus aval ; une solution plus économique peut consister à utiliser un dispositif drainant à base de géotextiles qui doit être conçu en se référant à la documentation spécialisée ;

- **protection des parements** : la protection la plus courante du parement amont contre l'action des vagues consiste en la mise en place d'enrochements dont les dimensions sont à calculer ; une couche de transition (ou un géotextile) doit les séparer des matériaux fins compactés ; la protection du parement aval contre l'érosion due au ruissellement est assurée à l'aide d'une couche de terre végétale engazonnée ;



Parement amont protégé par des enrochements

- **revanche** : c'est la tranche supérieure du barrage comprise entre la cote des plus hautes eaux et la crête ; sa valeur minimale est de l'ordre de 1,00 m à 1,50 m.

Pour les très petits ouvrages (hauteur inférieure à 5,00 m), les simplifications suivantes peuvent être apportées dans le cas d'un site favorable :

- réduction de l'étude géotechnique ; elle doit néanmoins comporter au minimum la reconnaissance à la pelle hydraulique, des mesures de teneur en eau et un essai de compactage ;
- réduction voire suppression de la protection antibatillage qui peut être mise en place ultérieurement si des dégradations apparaissent.

■ OUVRAGE DE PRISE ET DE VIDANGE

Le dispositif généralement adopté pour les petits barrages consiste en une seule conduite en acier avec un piquage en dérivation à l'extrémité aval, la prise d'eau étant fixe au fond de la retenue.

Pour éviter les risques de formation de renards (érosion interne régressive), il importe d'une part de s'assurer de l'étanchéité absolue de la conduite (qualité des soudures) par un essai d'eau sous pression et d'autre part de mettre en place des écrans (environ 1,50 m x 1,50 m) soudés à la conduite pour empêcher la circulation de l'eau le long de cette dernière. L'enrobage de la conduite à l'aide de béton coulé à pleine fouille apporte une sécurité supplémentaire.

Le diamètre de la conduite, le plus souvent compris entre 300 et 600 mm, doit permettre la vidange de la retenue en une semaine environ.



Prise d'eau
(crépine)

CONCEPTION DES OUVRAGES

■ EVACUATEUR DE CRUES

L'évacuateur de crues est dimensionné par des calculs hydrauliques. Le plus souvent, c'est un ouvrage en béton armé constitué par un seuil déversant suivi d'un chenal aboutissant à l'aval à un ouvrage de dissipation d'énergie destiné à éviter les détériorations dues aux affouillements.

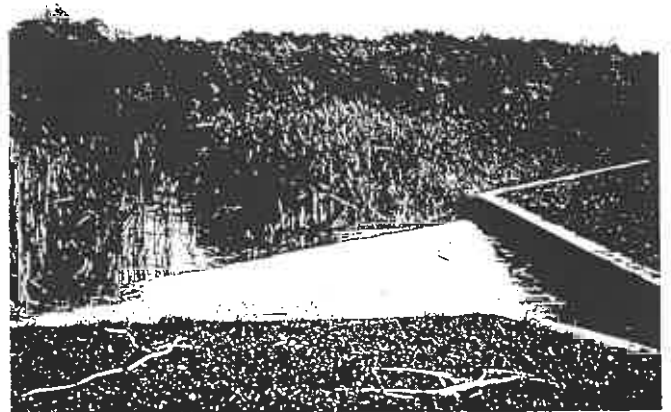
L'évacuateur peut être implanté sur l'une des rives ou au centre du barrage. Dans le cas de très forts débits, il est quelquefois intéressant de rendre une partie de la digue déversante en la protégeant par un perré au mastic bitumineux.

Lorsque la topographie s'y prête il peut être plus économique de diviser l'évacuateur en deux parties, un évacuateur mineur bétonné et un évacuateur majeur enherbé, établi dans le terrain naturel. L'évacuateur mineur bétonné est dimensionné pour évacuer les crues d'une durée de retour variant de quelques années pour les très petits ouvrages à quelques dizaines d'années pour les ouvrages plus importants. L'évacuateur majeur enherbé est destiné à l'évacuation des crues exceptionnelles ; mais des travaux de réfection seront quelquefois nécessaires, ainsi que des travaux d'entretien afin d'éviter que la végétation ne l'obstrue.

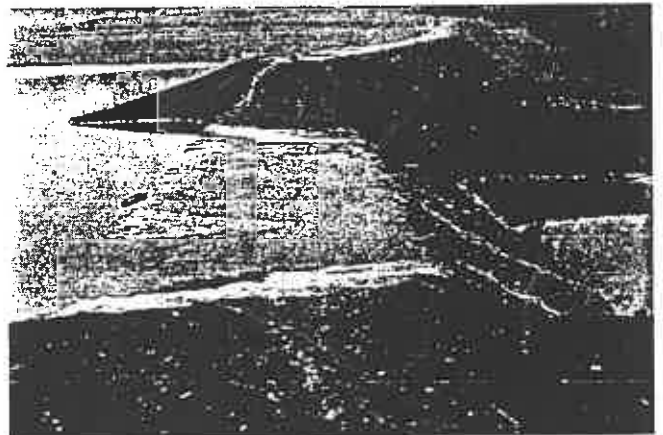
Avec une charge d'eau d'un mètre il est possible d'évacuer un débit d'environ $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ par mètre linéaire de seuil déversant si l'écoulement est dénoyé.

Le seuil déversant ne doit pas être rehaussé (parpaings, madriers, ...) ou muni de grilles risquant de se colmater (feuilles, branches ...) car dans ces deux cas la capacité d'évacuation de l'ouvrage est nettement plus faible que prévu, ce qui entraîne des risques de submersion importants pour le barrage et donc des risques pour la sécurité publique.

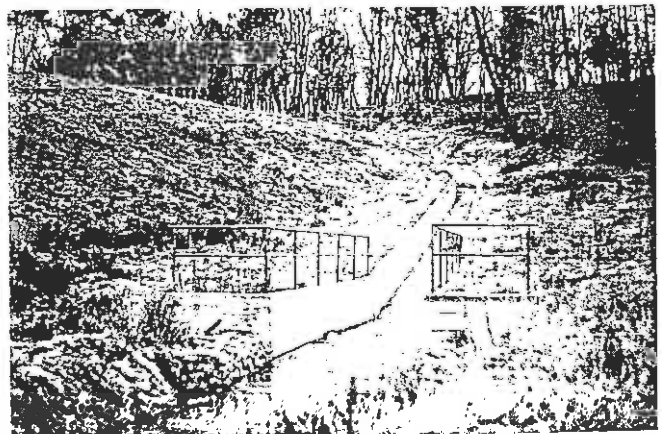
*Evacuateur de crues
en béton armé avec déversoir en forme de U*



Deversoir d'un évacuateur mineur situé dans un évacuateur majeur enherbé établi dans le terrain naturel



Barrage avec zone déversante revêtue d'un perré au mastic bitumineux (le mastic est un mélange de sable, de filler et de bitume, coulé à chaud dans les vides de l'enrochement dont l'épaisseur est de 30 à 60 cm)



Coursier et bassin de dissipation d'énergie

REALISATION ET CONTROLE DES TRAVAUX

Ce chapitre

concerne uniquement les barrages décrits précédemment. Le choix d'une entreprise compétente disposant notamment d'un compacteur adéquat (pieds dameurs, pieds de mouton, pneus) et le contrôle des travaux sont très importants.

La succession des principales opérations de chantier, à prévoir pendant une période sèche, est la suivante :

- installation du chantier, implantation des ouvrages ;
- défrichage, déboisement de la cuvette ;
- dérivation du ruisseau ou construction d'un batardeau provisoire ;
- décapage d'environ 50 cm (terre végétale) de la zone d'assise du barrage, curage du lit du ruisseau, creusement de la clé d'étanchéité, assèchement de la fouille ;
- décapage des zones d'emprunt, pour enlever la terre végétale dont l'utilisation est exclue pour la construction du corps du barrage ;
- remblayage de la clé d'étanchéité et de la base du barrage ;
- creusement de tranchées pour la mise en place de la conduite de vidange (avec les écrans situés à l'amont de la tranchée drainante), des collecteurs et du sable entourant le collecteur perforé longitudinal ;
- construction du remblai avec interruption tous les 2 à 3 mètres pour le creusement de la tranchée drainante verticale et son remplissage en sable propre ; afin de régler les talus en taillant dans la partie compactée et pour tenir compte du tassement des fondations, une surépaisseur du remblai est à prévoir ;
- réalisation de l'évacuateur de crues, finition des talus, protection des parements, creusement du petit fossé de pied aval.

Le contrôle des travaux porte essentiellement sur les points suivants :

- élimination de la terre végétale (assise du barrage et zones d'emprunt) ;
- profondeur de la clé d'étanchéité (une réception des fouilles est à prévoir) ;
- mise en place correcte de la conduite de vidange et des écrans anti-infiltrations (écrans en acier avec revêtement anti-corrosion ou écrans en béton) ; il faut notamment veiller à la bonne réalisation des soudures et au compactage soigné des matériaux autour de la conduite ou à la bonne mise en place de l'enrobage en béton ;



Décapage de la zone d'assise du barrage, curage du lit du ruisseau et creusement de la clé d'étanchéité

- mise en place convenable des collecteurs et qualité du sable ;
- compactage des matériaux (il doit être satisfaisant de la base de la clé d'étanchéité à la crête du barrage) ;
- pente des talus des zones d'emprunt ; pour éviter tout glissement ultérieur, elle ne doit pas excéder 15 à 20°.



Déversement du sable dans la tranchée drainante

REALISATION ET CONTROLE DES TRAVAUX

■ COMPACTAGE DES MATERIAUX

Les **spécifications** concernant le compactage des remblais sont établies à partir des résultats des essais Proctor Normal réalisés sur les matériaux des zones d'emprunt. On exige en général que la densité sèche des matériaux compactés soit supérieure à 97 % de la densité sèche maximale (qui correspond à la teneur en eau optimale) obtenue lors de l'essai Proctor Normal. Pour cela, on tolère habituellement un écart de plus ou moins 2 points sur la teneur en eau par rapport à celle de l'OPN : par exemple, si la teneur en eau à l'Optimum Proctor Normal est de 16 %, la fourchette admise est de 14 à 18 %. Une terre trop sèche ou trop humide ne peut pas être convenablement compactée ; l'humidification ou le séchage d'un matériau argileux sont des opérations difficiles et coûteuses.

L'épaisseur des couches et le nombre de passes du compacteur sont déterminés soit sur une planche d'essai spécifique, soit lors de la mise en place de la première couche de remblai. C'est également l'occasion de vérifier que le matériel de compactage est bien adapté au matériau à compacter (un matériel adapté doit permettre d'atteindre la densité sèche spécifiée en général en moins de 10 passes).

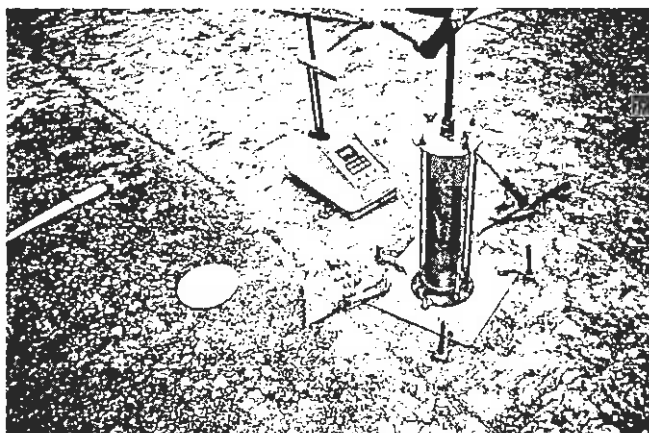
Sur la base des spécifications de compactage déterminées comme indiqué ci-dessus, les **opérations de contrôle** portent sur :

- l'épaisseur des couches qui doit être de l'ordre de 25 à 35 cm avant compactage ; pour assurer une bonne liaison entre les couches, notamment lorsque l'on utilise des rouleaux à pneus, il est nécessaire de scarifier chaque couche sur une profondeur de quelques centimètres ;
- le nombre de passes du compacteur déterminé sur la planche d'essai ;
- la teneur en eau des matériaux ;
- la densité sèche des matériaux compactés qui est l'indicateur de la bonne qualité du remblai ; la densité peut être déterminée à l'aide d'un densitomètre à membrane ou d'un gammadensimètre.

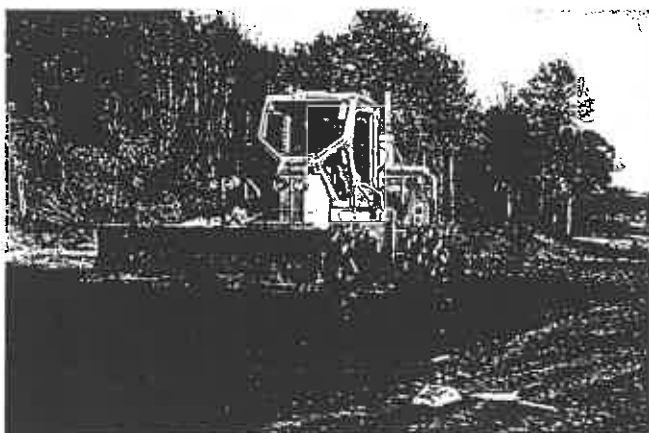
Un compactage insuffisant est d'autant plus dangereux pour la stabilité du barrage que les matériaux sont plus secs. Par contre un compactage trop important de matériaux humides, entraînant un matelassage de la surface compactée, peut également être préjudiciable.



Compacteur à pneus



Densitomètre à membrane
et gammadensimètre



Compacteur à pieds dameurs

ENTRETIEN ET SURVEILLANCE

Après la construction de l'ouvrage, une surveillance et un entretien sont nécessaires. **La responsabilité en incombe entièrement au maître d'ouvrage** (c'est à dire le propriétaire).

Durant la première mise en eau, qui représente le premier essai en vraie grandeur de l'ouvrage, il faut surveiller particulièrement l'évolution des débits des collecteurs : les écoulements dans les collecteurs ne doivent ni être trop importants ni présenter une eau fréquemment chargée en particules fines. Il faut également observer fréquemment le barrage pour détecter l'apparition éventuelle d'un écoulement à l'aval, de désordres localisés...

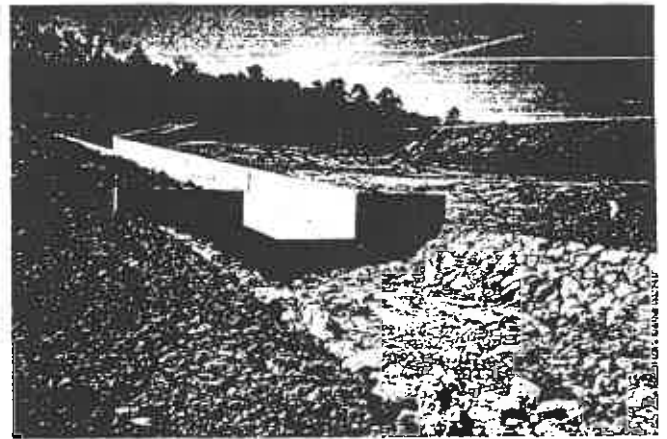
En phase d'**exploitation**, la surveillance porte essentiellement sur la mesure des débits des collecteurs et sur l'observation visuelle détaillée du barrage, en particulier après chaque crue.



Collecteur débouchant dans le fossé de pied aval



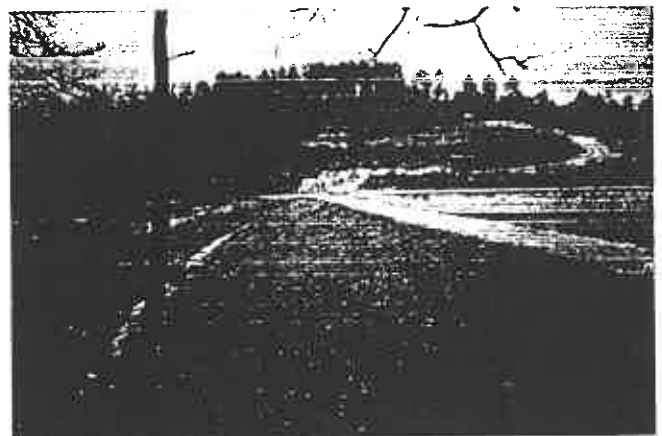
Talus aval non entretenu



Bassin de dissipation d'énergie (enrochements)

L'**entretien** concerne principalement l'évacuateur de crues, les parements du barrage (aucun arbre ne doit se développer sur le barrage), la queue de la retenue et les berges où une végétation a tendance à apparaître.

Le maître d'ouvrage doit tenir un cahier du barrage où sont consignés tous les travaux effectués sur le barrage, toutes les mesures et toutes les observations.



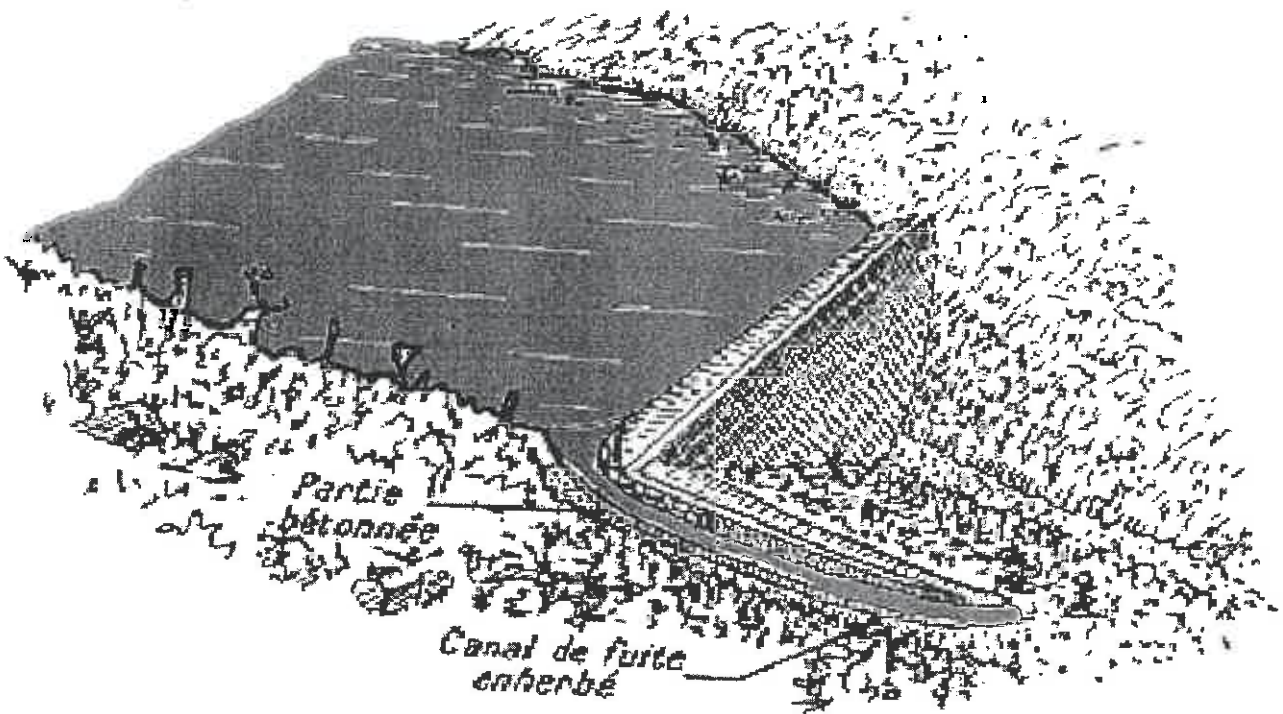
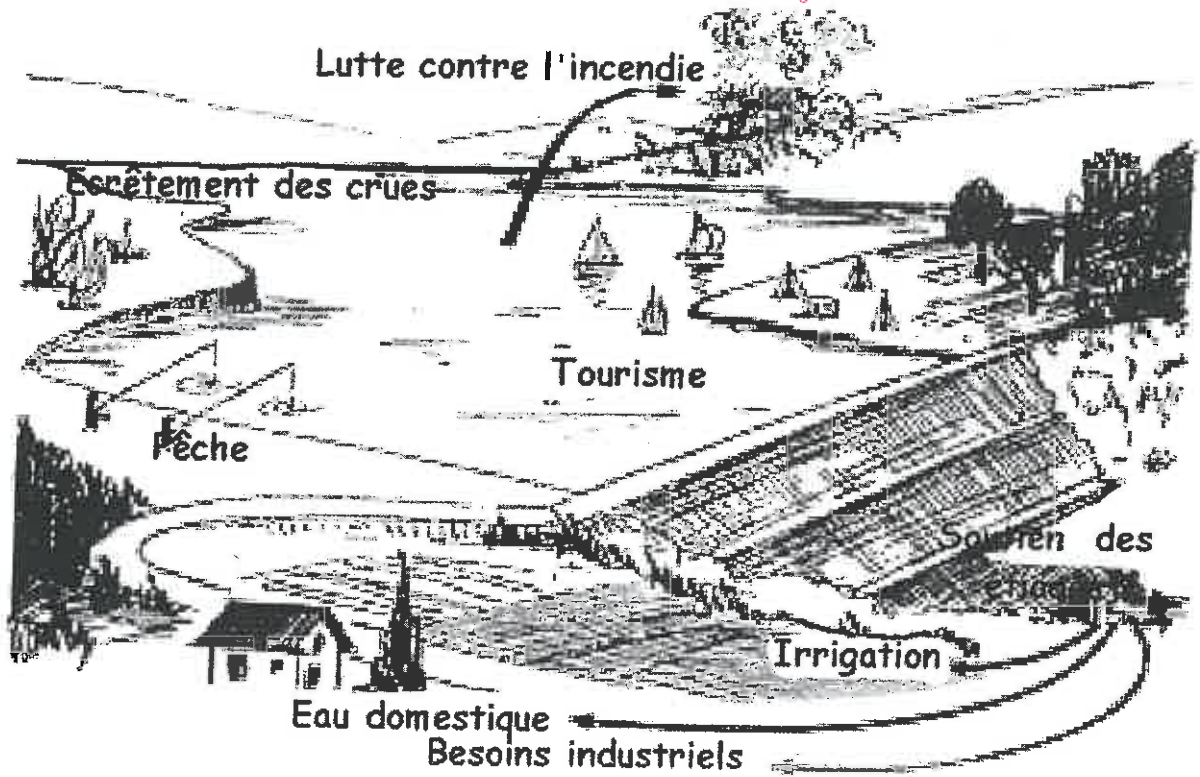
Parement aval enherbé

RETENUE COLLINAIRE

Bernard Rivoire CA 42

chambre agsi

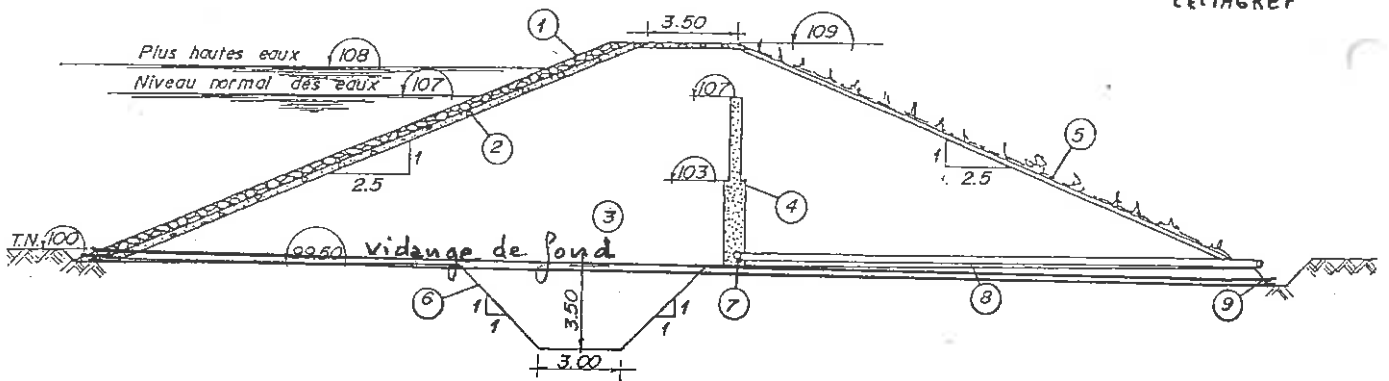
Loire



Le déversoir d'orage est calibré pour des crues centennales ou millénaires.

Exemple de coupe transversale d'un barrage

CEMAGREF



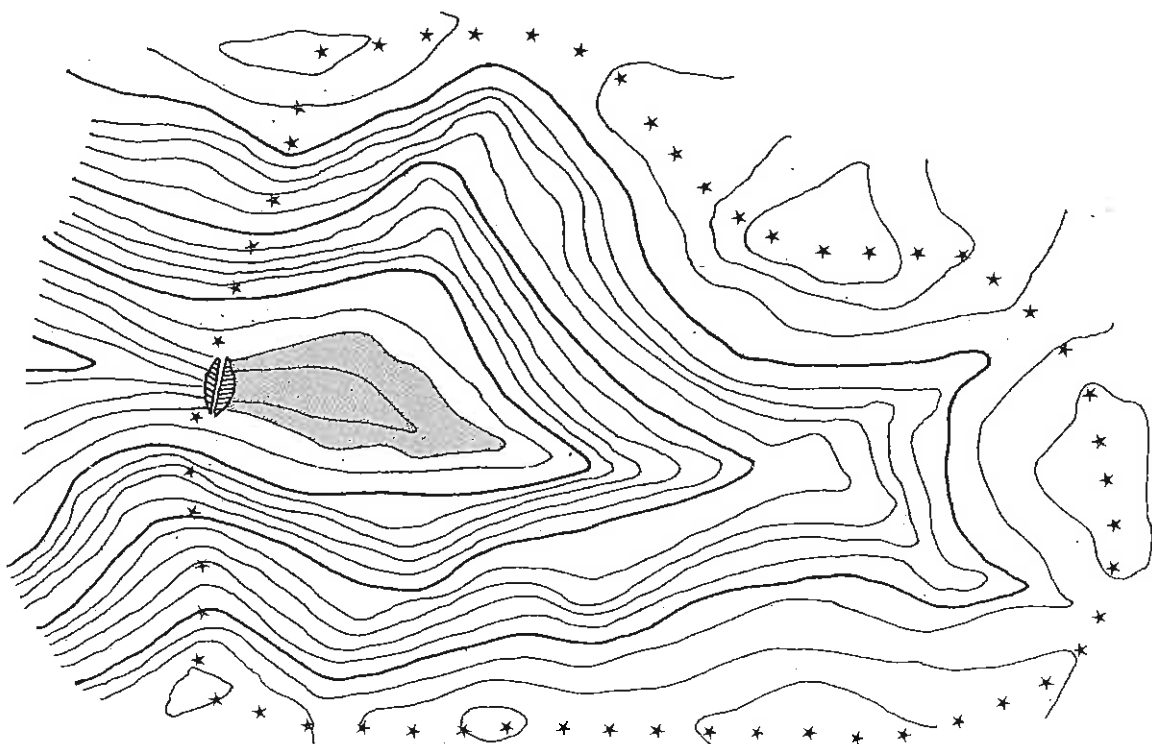
- 1) 40 cm d'enrochements 100-400 mm ($d_{50} = 250$ mm)
- 2) 20 cm de grave 0-100 mm
- 3) matériaux fins argileux compactés
- 4) tranchée drainante en sable propre 0.5 mm (granulométrie continue, moins de 5 % d'éléments inférieurs à 80 μ) d'épaisseur 80 cm jusqu'à la cote 103 et d'épaisseur 50 cm entre les cotes 103 et 107

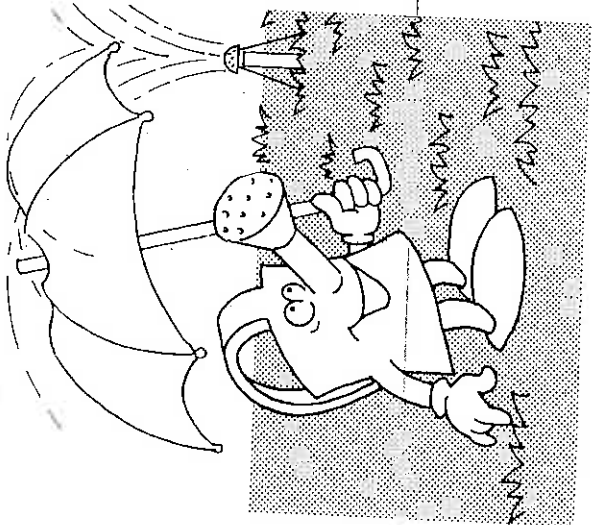
- 5) 10 à 20 cm de terre végétale
- 6) clé d'étanchéité
- 7) collecteur plastique perforé, diamètre extérieur 125 mm enrobé d'un géotextile non tissé
- 8) collecteur plastique aveugle, diamètre extérieur 75 mm (type adduction d'eau), pente 1/100 (4 collecteurs, un tous les 20 m)
- 9) fossé de pied

La pente à l'amont de la digue est fréquemment 1V / 3H
et de 1V / 2H à l'aval de la digue

La vidange de fond permet de totalement vider la retenue. Son diamètre est fonction du volume d'eau à évacuer.

Barrage, plan d'eau et bassin versant





LE CHOIX DU MATERIEL D'IRRIGATION

Cette brochure est destinée à faire connaître et comprendre les critères à partir desquels peut se faire le choix d'un matériel d'irrigation.

Un choix judicieux dépend d'abord d'une bonne connaissance des plantes à irriguer ainsi que des surfaces à couvrir. C'était l'objet de la brochure concernant la conduite de l'irrigation.

Il reste maintenant à déterminer la puissance souhaitable de la pompe en fonction de la pression et du débit nécessaire, sachant que la pression et le débit nécessaire dépendent de la nature de l'installation et du dénivelé.

Tous ces éléments permettent un achat de matériel répondant au meilleur rapport coût-efficacité.

LE MATERIEL D'IRRIGATION

Critères pour un choix raisonné

Le matériel d'irrigation (ce poly est cool cool cool en suét)

NOTIONS CLEFS

+ méthodologie



LES CRITERES DE CHOIX DU MATERIEL D'IRRIGATION

Une série de critères sont à prendre en compte : le coût, les exigences des cultures, les ressources en eau, le parcelle et le type de sol, le temps de travail supplémentaire et l'époque de l'année où doit se pratiquer l'irrigation.

L'exploitant qui envisage de s'équiper en matériel d'irrigation est confronté à un choix délicat, qui aura des incidences technico-économiques importantes sur l'exploitation.

Avant d'aborder l'aspect financier de l'investissement, il convient de cerner au mieux les critères techniques suivants :

- Quelles sont les exigences et caractéristiques des cultures qui seront irriguées ?
De nombreuses espèces maraichères sont fragiles et supportent mal des pluviométries élevées.

L'enracinement de certaines cultures rend délicat la conduite du goutte-à-goutte.

- Le matériel que j'envisage d'acheter est-il adapté aux caractéristiques du sol des futures parcelles irriguées ?

Dans les sols où les phénomènes de diffusion capillaire sont limités (sols sablo graveleux), l'irrigation goutte-à-goutte n'est pas, en général, une technique à retenir.

Pour les sols battanis et en pente, la pluviométrie élevée des canons peut causer une érosion importante.

- Quelles sont les contraintes du parcelle ?
Dans le cas d'un parcelle dispersé et de petite taille, l'utilisation du pivot n'est pas envisageable et l'enrouleur est souvent mal adapté.

- Quels vont être les temps de travaux supplémentaires engendrés par l'irrigation ?
De nombreux matériels d'irrigation sont très exigeants en main-d'œuvre à une époque où l'exploitant est peu disponible. La disponibilité en main-d'œuvre est un critère à ne pas négliger, qui est souvent à l'origine d'une mauvaise conduite de l'irrigation.

L'automatisation n'est possible que pour certains matériels (irrigation localisée, couverture intégrale, pivot).

LES CRITERES DE CHOIX DU MATERIEL D'IRRIGATION (suite)

- Quelle sera l'incidence de l'irrigation sur les autres techniques culturales ?

• Le goutte-à-goutte permet d'envisager l'irrigation fertilisante.

• Une installation d'irrigation sur fondaison peut permettre la lutte anti-gel,...

• L'irrigation localisée n'humidifie pas l'interligne en rangée, ce qui facilite le passage des engins et limite les problèmes de tassement.

- En réseau collectif :

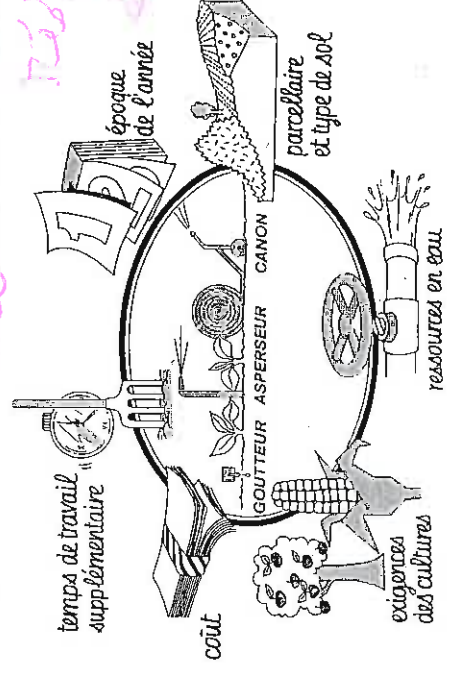
• Quel type de matériel retenir en fonction de la pression à la borne d'irrigation ?
S'assurer une pression suffisante si l'achat d'un enrouleur est envisagé.

- Quel matériel retenir en fonction de la situation de la ressource en eau et de la qualité de l'eau ?

L'irrigation goutte-à-goutte nécessite des pressions et des débits plus faibles que l'aspersion. Ceci peut amener à des économies

Les réponses à ces questions permettront de faire le meilleur choix possible en matière d'équipement pour l'irrigation.

design de Résumé



LE DEBIT

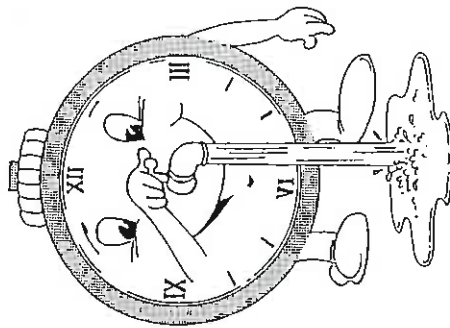
Le débit d'une canalisation est la quantité d'eau qui circule par unité de temps.

Le débit d'une canalisation est le volume d'eau qui circule dans cette canalisation par unité de temps. Il s'exprime en m^3/h ou l/s .

$$1 \text{ l/s} = 3,6 \text{ m}^3/h$$

$$1 \text{ m}^3/h = 0,28 \text{ l/s}$$

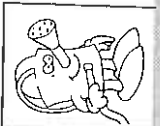
Pour un débit donné, la vitesse de l'eau dans une conduite sera d'autant plus grande que le diamètre de cette conduite sera plus petit.



≡ quantité d'eau
par unité de temps

$$1 \text{ l/s} = 3,6 \text{ m}^3/h$$

$$1 \text{ m}^3/h = 0,28 \text{ l/s}$$



LE DEBIT DE POINTE

Le débit à prendre en compte est celui correspondant à la plus forte demande.

L'installation d'irrigation doit permettre de couvrir les besoins en eau de la culture, lorsque celle-ci a une consommation hydrique maximale, c'est-à-dire durant la période où $K_c \times ETP$ est le plus grande.

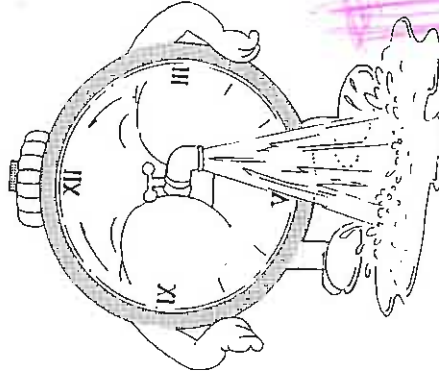
Le débit de la station de pompage (ou le débit souscrit au réseau collectif) tiendra compte des besoins de pointe de la culture, de la surface totale à irriguer et de la durée journalière d'utilisation du matériel de distribution.

* Les notions ETP - ETM sont expliquées dans la brochure "Comprendre et raisonner l'irrigation".

IL EST FONCTION:

- de la moyenne des besoins journaliers des cultures pour la période où ils sont les plus élevés
- de la surface à irriguer
- du nombre d'heures

d'utilisation du matériel par jour



exemple: Q (débit de pointe)

$$= \frac{60 \text{ m}^3 \times 10 \text{ ha}}{20 \text{ heures/jour}} = 30 \text{ m}^3/h$$

$$60 \text{ m}^3 / \text{ha} = 6 \text{ mm/jour} = \text{ETM de la culture}$$



LA PRESSION

La pression est la force par unité de surface.

La pression dans une canalisation est la force qu'exerce l'eau par unité de surface sur les parois internes de cette canalisation.

La pression s'exprime en bar ou en kg/cm^2 .

$$1 \text{ bar} = 1,02 \text{ kg}/\text{cm}^2 = 1 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

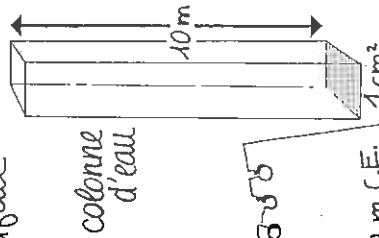
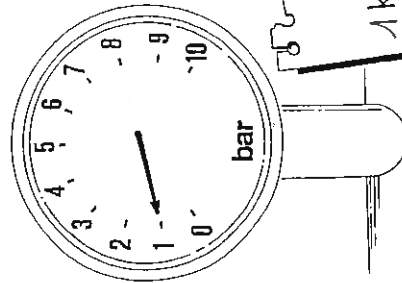
Une colonne d'eau de 10 m de haut exerce à

sa base une pression de $1 \text{ kg}/\text{cm}^2$.

Cette pression ne dépend que de la différence de niveau entre la base et le sommet de la colonne (10 m).

$$1 \text{ kg}/\text{cm}^2 = 10 \text{ m CE (10 mètres de colonne d'eau)}$$

= force par unité de surface



$$1 \text{ kg}/\text{cm}^2 = 1 \text{ bar} = 10 \text{ m C.E. (mètres de colonne d'eau)}$$



LA PRESSION NECESSAIRE

La pression nécessaire est déterminée par plusieurs éléments.

La pression fournie par la pompe doit permettre :

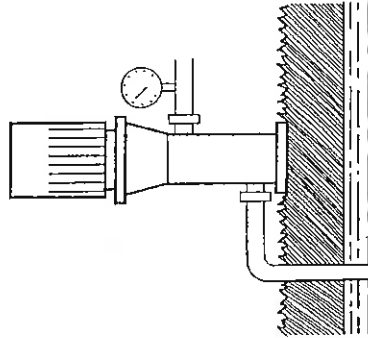
- d'élever l'eau du niveau du plan d'eau au niveau des distributeurs.
- de vaincre les pertes de charges causées

par le frottement de l'eau dans les canalisations.

- d'assurer aux distributeurs une pression nécessaire à leur bon fonctionnement (pression de service)

ELLE EST FONCTION:

- du dénivelé, entre le niveau du plan d'eau et le niveau du distributeur
- de la perte de charge dans le réseau
- de la pression de service à l'organe de distribution



LE DENIVELE

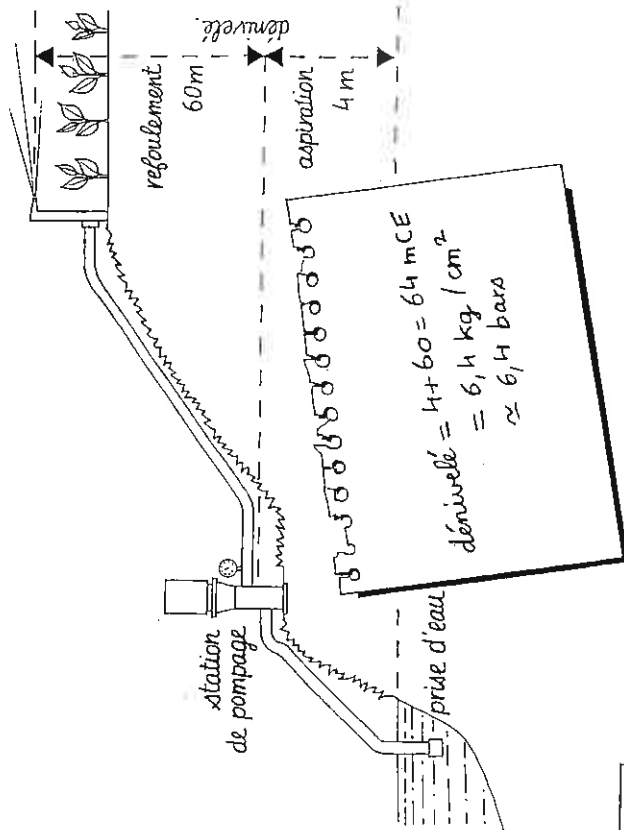
Le dénivellé est à prendre en compte pour déterminer la pression nécessaire.

Le dénivellé est la différence d'altitude entre deux points, il s'exprime en mètres.

Lorsqu'une pompe élève de l'eau d'un niveau A (plan d'eau) à un niveau B (distributeurs), la pompe doit vaincre la pression qu'exerce une colonne d'eau entre A et B. Cette différence

s'exprime en mètres. On l'appelle le dénivellé.

On distingue la hauteur d'aspiration qui est la différence de niveau entre le plan d'eau et la pompe, et la hauteur de refoulement qui est la différence de niveau entre la pompe et la buse des aspenseurs ou des goutteurs.



6

LA PERTE DE CHARGE

La perte de charge, c'est-à-dire la perte de pression dans le réseau, est à prendre en compte pour le calcul de la pression nécessaire.

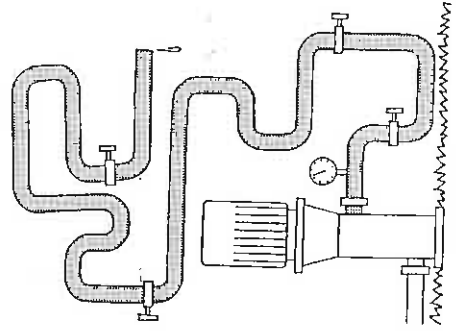
Lorsque l'eau circule dans une canalisation, il y a frottement du liquide sur les parois internes de la conduite. Ce frottement est à l'origine d'une perte de pression entre les extrémités de la canalisation appelée "perte de charge".

Les pertes de charge dans une canalisation seront d'autant plus importantes que :

- pour un diamètre de canalisation donné

- (diamètre interne), le débit à transiter est plus élevé,
- la rugosité des parois internes de la conduite est plus forte,

- la longueur de la canalisation est plus grande,
- la canalisation est moins rectiligne et présente de nombreux coudes, resserrlements, et joints particuliers.



ELLE EST FONCTION:

- de la nature du tuyau
- du diamètre du tuyau
- du débit
- de la longueur de l'installation
- des dispositifs particuliers (vannes, filtres, coudes...)



7

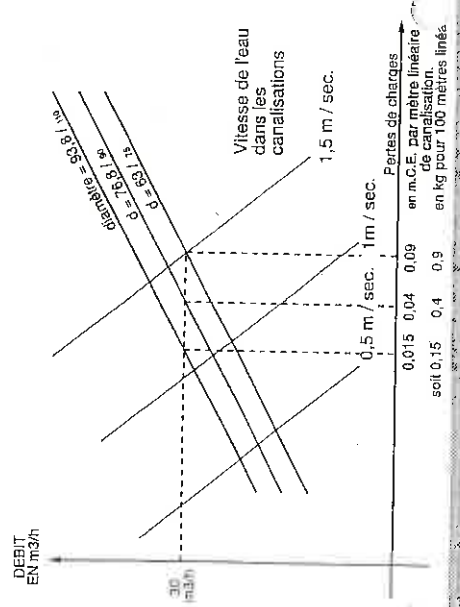
LES PERTES DE CHARGE ET LE CHOIX DES CANALISATIONS

Le choix des canalisations résultera du meilleur rapport possible entre la perte de charge minimum pour une pression souhaitée et le coût de la canalisation.

Le choix de la canalisation (nature et diamètre) dépend essentiellement du débit de l'eau à faire transférer.

Pour effectuer ce choix nous utilisons des "abaques", * représentant, sous forme graphique, les pertes de charge occasionnées par les débits "transportés" dans les différents diamètres de canalisation existants. Il faut tout d'abord repérer sur l'axe vertical du graphique le débit de l'installation, soit 30 m³/h pour l'exemple retenu, et tracer une ligne parallèle à l'axe horizontal, coupant ainsi les lignes verticales correspondant aux différentes pertes de charge relatives à chaque diamètre de canalisation.

* Un "abaque" est un tableau permettant de mettre en rapport plusieurs éléments reliés entre eux, comme ici : le débit - la perte de charge - la vitesse de l'eau, etc...



LES DIFFERENTES PRESSIONS DE SERVICE

A chaque distributeur correspond une pression de service spécifique.

Pour réaliser une irrigation de qualité satisfaisante, le distributeur (goutteur, aspersion ou canon) doit fonctionner à une pression suffisante.

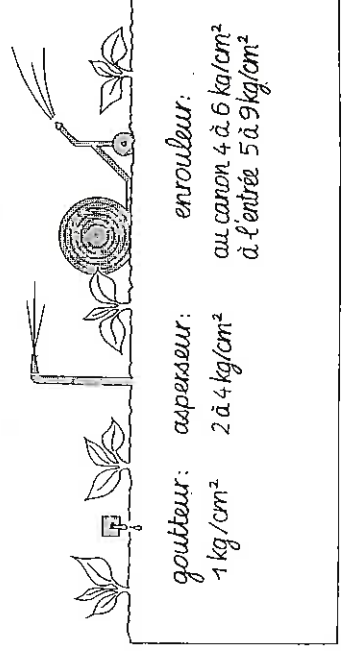
En effet, le débit d'un distributeur dépend de sa pression de service et du diamètre de sa "buse". Il est alors possible d'apporter un même débit par unité de surface, c'est-à-dire une dose identique, avec plusieurs diamètres de buse et des pressions de service assez différentes.

différentes de celles préconisées. Un même débit peut donc correspondre à différents rapports entre le diamètre de la buse et la pression de service.

Selon le rapport choisi, l'homogénéité de la répartition de l'eau sur la portée du jet s'en trouvera modifiée.

En aspersion, la pression de service ou la pression préconisée sera fonction du diamètre de la buse de l'aspersion ou du canon :

Aspersion	Diamètre buse	Pression de service
Mini aspersion	0.8 à 1.5 mm	1.5 à 2.5 bar
Aspersion	3.5 à 4.5 mm	3.5 à 4 bar
	4.5 à 5.5 mm	4 à 4.5 bar
Canon	15 à 20 mm	4.5 à 5.5 bar
	20 à 25 mm	5.5 à 6 bar
	> 25 mm	6 à 7 bar



LA HAUTEUR MANOMETRIQUE TOTALE

La hauteur manométrique totale détermine la pression nécessaire à la pompe pour assurer la pression de service au distributeur.

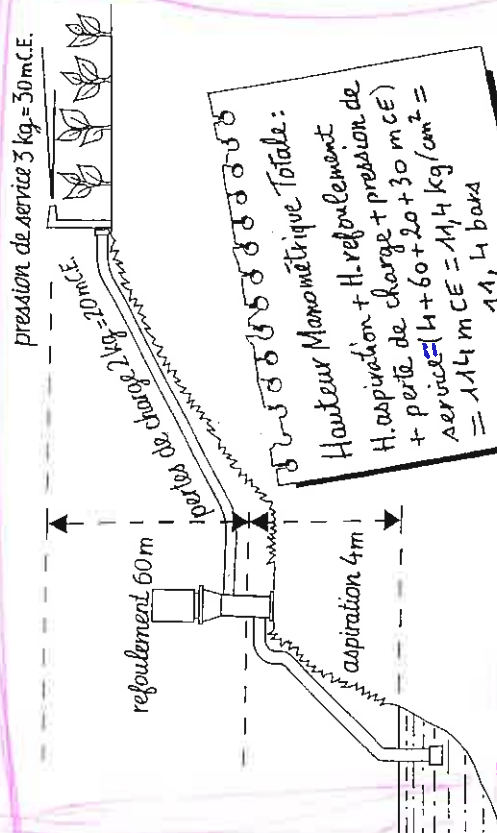
Les performances d'une installation doivent non seulement permettre le "transport" d'une quantité d'eau en un temps donné (le débit), mais aussi assurer au distributeur, quelle que soit sa position sur le périmètre irrigué, la pression de service souhaitée.

On appelle **HAUTEUR MANOMETRIQUE TOTALE** la somme de plusieurs éléments :

- la pression de service nécessaire au distributeur,

- les pertes de charges liées au déplacement de l'eau dans les conduites,
- la hauteur à l'aspiration,
- la hauteur au refoulement.

Elle s'exprime généralement en mètres de colonne d'eau (m. C.E.) et correspond finalement à la pression nécessaire pour faire fonctionner le distributeur à la pression de service préconisée.



LA HAUTEUR MAXIMALE D'ASPIRATION

Elle ne peut dépasser une certaine hauteur.

Lorsque la roue de la pompe est en rotation, il se crée une dépression dans le corps de la pompe. La pression atmosphérique qui s'exerce à la surface du plan d'eau permet à l'eau de remonter depuis la nappe jusqu'à la pompe : c'est l'aspiration.

Chaque pompe se caractérise par une **hauteur maximale d'aspiration** qui, pour un débit donné et dans un lieu déterminé, est égale à :

La pression atmosphérique au lieu considéré (environ 10 m C.E.) diminuée :

- des pertes de charge se produisant dans la conduite d'aspiration,
- de la charge minimale nécessaire à l'entrée de l'orifice d'aspiration pour permettre un fonctionnement correct de la pompe (N.P.S.H.). Cette charge correspond au coefficient "N.P.S.H." fourni par les constructeurs.

Cela donne le calcul suivant :

Hauteur Maximale d'Aspiration = 10 m.C.E. - Pertes de Charge à l'Aspiration - N.P.S.H.

La N.P.S.H. est une caractéristique propre à la pompe, qui est d'autant plus élevée que le débit fourni par la pompe est plus grand.

Exemple de calcul d'une Hauteur Maximale d'aspiration :

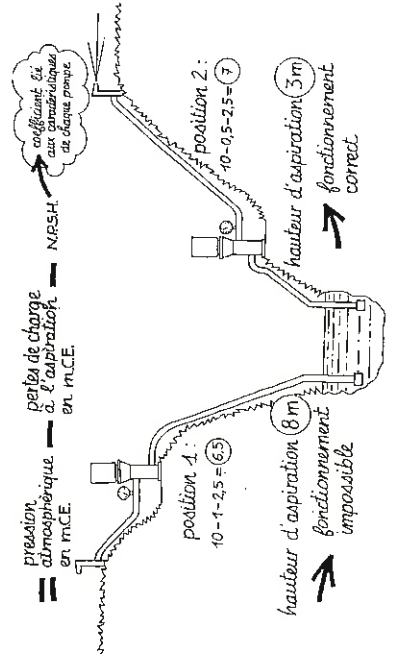
- N.P.S.H. requis (donnée par le constructeur en fonction du débit) = 2,5 m.
- Pertes de charge dans le tuyau d'aspiration, les coudes, le clapet de pied (à calculer en fonction du débit) = 0,5 m. - soit :

Hauteur Maximale d'Aspiration = 10 - 2,5 - 0,5 = 7 m

Si la hauteur réelle d'aspiration vient à dépasser la hauteur maximale d'aspiration, l'eau arrive à l'entrée de l'impulseur à une pression insuffisante. Suite à la dépression créée à l'entrée de la roue, il en résulte une vaporisation partielle de l'eau. Ces bulles de vapeur d'eau sont entraînées dans l'eau et reprennent leur forme initiale dès qu'elles atteignent une région de plus forte pression.

La transformation d'énergie accompagnant ce changement de phase se traduit par un martèlement des parois : c'est la cavitation.

Ce phénomène détériore rapidement les aubes de la pompe. Il faut donc veiller à ce que la hauteur réelle d'aspiration ne dépasse jamais la hauteur maximale d'aspiration, en particulier lorsque le niveau du plan d'eau varie au cours de la campagne d'irrigation.



LA PUISSANCE DE LA POMPE

La puissance de la pompe est déterminée par plusieurs éléments.

La puissance absorbée par une pompe est la puissance effective communiquée à l'eau- et la puissance absorbée par la pompe. Ce rendement varie en fonction du débit à fournir.

CHOIX EN FONCTION DE :

- hauteur manométrique totale
- débit
- rendement de la pompe

MODE DE CALCUL :

$$\text{Puissance (kw)} = \frac{\text{HMT (mCE)} \times \text{débit (m}^3/\text{h)}}{\text{rendement} \times \text{coefficient}}$$

exemple :

$$P = \frac{\text{HMT } 114 \text{ (mCE)} \times \text{débit } 30 \text{ (m}^3/\text{h)}}{\text{rendement } 0,67 \times \text{coef. } 0,9572}$$


LE CHOIX DE LA POMPE

Le choix de la pompe est le fruit d'un raisonnement qui se décompose en plusieurs étapes.

① Calculer la Hauteur Manométrique Totale (HMT) de la pompe et le débit qu'elle devra fournir.
 Exemple : HMT = 114m
 Débit = 30 m³/h.

② Déterminer le type de pompe adapté aux caractéristiques de la ressource en eau et au mode d'entraînement (pompe envisagée pour un forage, pompe à axe horizontal si entraînement par prise de force du tracteur, ...).

③ Pour un type de pompe donné, déterminer parmi les différentes séries de pompes proposées par le constructeur, la série qui fournit des débits correspondant au débit désiré.
 Chaque série se caractérise par un débit pour lequel le rendement de toutes les pompes atteint un maximum. Sur le catalogue du constructeur sont présentées, pour chaque série, les courbes débit-pression des pompes et la courbe du rendement (généralement située sous les courbes débit-pression).

Retenir la série de pompes qui présente le rendement maximum pour le débit désiré.

④ Sur le tableau "débit-pression" de la série de pompes retenue, situer le point de fonctionnement.

C'est le point de rencontre des deux lignes tirées à partir de l'abscisse (axe horizontal) qui indique le débit à fournir, et à partir de l'ordonnée (axe vertical), qui indique l'H.M.T. (Voir le graphique à la page suivante).

Retenir la pompe dont la courbe "débit-pression" passe par le point de fonctionnement ou légèrement au-dessus.

Sur l'exemple présenté : On retient la pompe KV 50/6.

⑤ Lire sur la courbe du NPSH requis, la valeur du NPSH pour le débit que devra fournir la pompe. Calculer la hauteur d'aspiration maximale de la pompe et vérifier qu'elle soit compatible avec l'installation prévue.

Exemple :
 - NPSH requis pour un débit de 30m³/h = 2.5m.C.E.

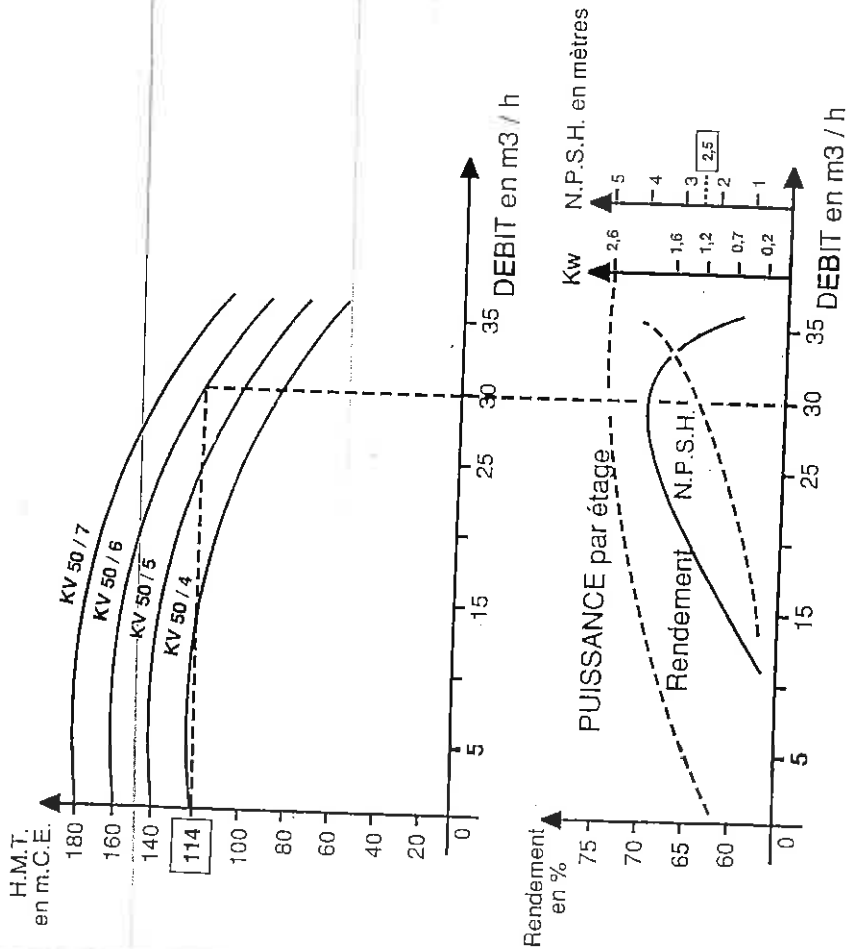
- Ce chiffre est donné par le constructeur. Perte de charge dans la canalisation d'aspiration = 0,5 m.

Elle est fonction de la longueur et du diamètre de la canalisation ainsi que des caractéristiques du clapet, coudes).

Dans ce cas :
 La Hauteur Maximale d'Aspiration est de : 10 - 2.5 - 0,5 m = 7 m.



LE CHOIX DE LA POMPE (suite)



PUISSANCE de la pompe
 2,6 Kw X 6 étages
 = 15,6 Kw



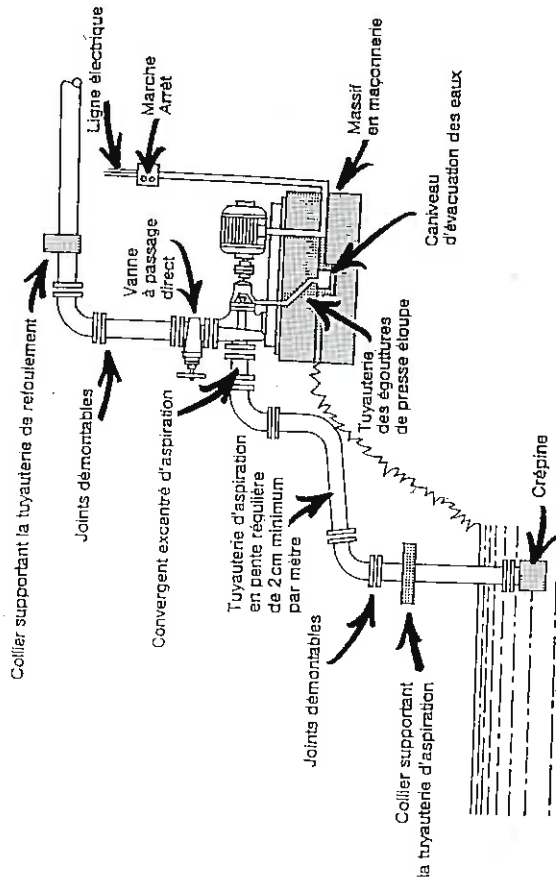
LE GROUPE DE SURFACE

Le moteur et la pompe sont positionnés hors de l'eau.

Les pompes utilisées sont multicellulaires ou multiceillulaires, disposées horizontalement ou verticalement. Leurs caractéristiques interdisent de dépasser des hauteurs d'aspiration de six à sept mètres. Ces pompes sont utilisées essentiellement

pour prélever des eaux de surface : rivières, étangs, retenues et lacs collinaires.

Pour limiter les pertes de charge, le diamètre à l'aspiration est souvent supérieur à celui du refoulement.



LE GROUPE A AXE VERTICAL

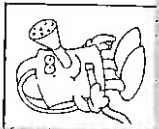
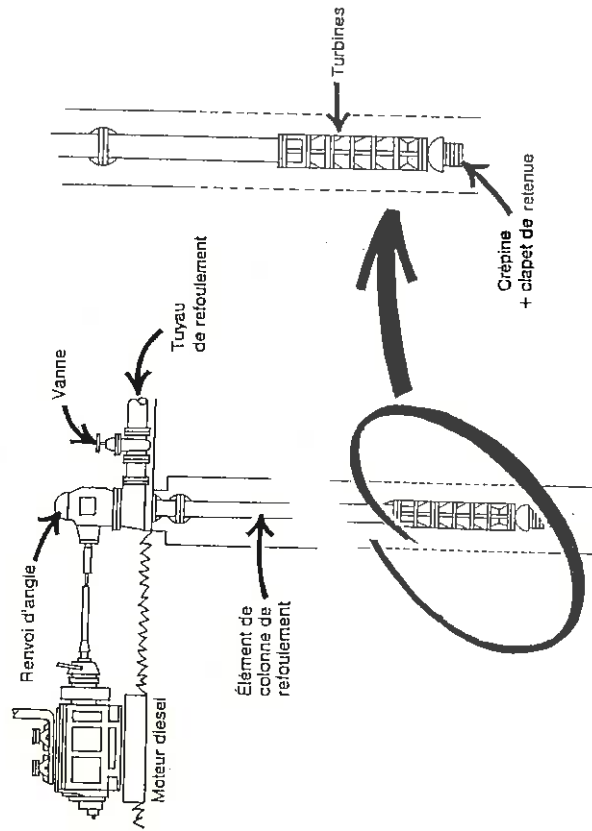
Le moteur est en surface - La pompe est immergée.

Lorsque la hauteur d'aspiration est trop grande et ne permet pas l'installation de la pompe en surface, on a recours au groupe à axe vertical pour atteindre les nappes à moyenne profondeur.

La pompe immergée est entraînée depuis la surface par un moteur électrique ou thermique à l'aide d'un axe vertical et dans certains cas d'un renvoi d'angle.

L'installation comporte :

- le corps de la pompe multicellulaire immergée,
- la colonne de refoulement équipée de palliers pour guider l'arbre de transmission,
- la tête de commande en surface.



LE GROUPE IMMERGE

Le moteur et la pompe sont l'un et l'autre immergés.

Au même titre qu'un groupe à axe vertical, l'électro-pompe immergée est utilisée pour l'exploitation des nappes souterraines. Sa constitution, ensemble monobloc compact comprenant une pompe multicellulaire et un moteur où s'intercale une crépine, lui permet d'être immergée et d'être employée pour des forages très profonds. Le moteur est toujours situé à la partie inférieure de l'ensemble pour être ainsi refroidi.

Outre les caractéristiques intrinsèques de la pompe (débit, pression), les électro-pompes immergées se différencient par leur diamètre (4 à 6") * ; le choix devra se faire en fonction du diamètre du forage réalisé ; si ce dernier est trop élevé, il faudra envisager la mise en place

* 1" = 1 pouce = 25,4 mm.

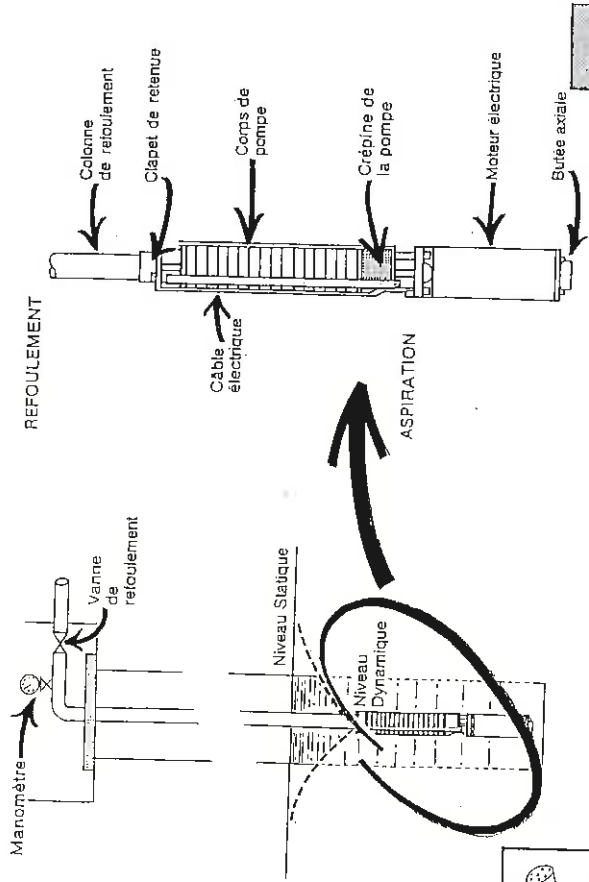
d'une jupe spéciale autour de la pompe pour assurer le refroidissement du moteur.

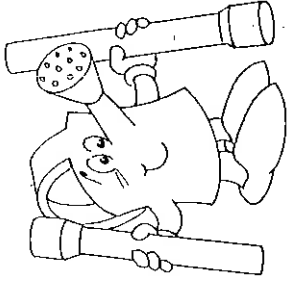
Il est important de connaître pour chaque forage le niveau statique et le niveau dynamique de la nappe sollicitée.

Le niveau statique correspond au niveau de la nappe lorsque l'électro-pompe est à l'arrêt.

Le niveau dynamique est le niveau où se stabilise la nappe après plusieurs heures de pompage. Le groupe électro-pompe immergé devra obligatoirement être positionné au-dessous du niveau dynamique.

- La différence entre ces deux niveaux est la hauteur de rabattement.



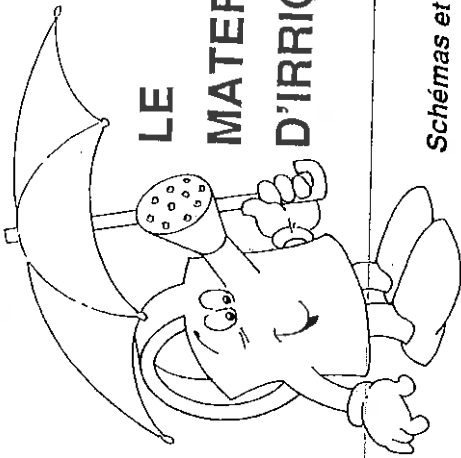


LES CANALISATIONS

1- LES CANALISATIONS POLYETHYLENE

2- LES CANALISATIONS METALLIQUES DE SURFACE

3- LES CANALISATIONS PVC ENTERREES



LE MATERIEL D'IRRIGATION

Schémas et commentaires

- Les canalisations
- Les organes de distribution
- L'enrouleur
- L'arrosage basse pression

1- LES CANALISATIONS POLYETHYLENE

I- DESCRIPTIF

Il existe 2 types de Polyéthylène :

- le polyéthylène basse densité, plus épais, mais moins rigide,
- le polyéthylène haute densité, plus mince, mais plus rigide.

Le raccordement entre couronnes ou avec des pièces de raccord s'effectue au moyen de raccord compression.

Ils se présentent sous forme de couronnes de longueur minimum de 50m.

II- DOMAINE D'UTILISATION

Diamètre :
il varie de 16 mm extérieur (goutte à goutte) à 110 mm (PET enrouleur), mais en canalisation enterrée, les diamètres les plus utilisés sont du 32 au 75.

Résistance à la pression :

Pour un même diamètre extérieur, il

existe plusieurs épaisseurs de tube correspondant à des résistances à la pression différentes.

Pour les canalisations enterrées utilisées en irrigation, il s'agit en général de séries 6 ou 10 bars (8 bars éventuellement).

III- AVANTAGES ET INCONVENIENTS

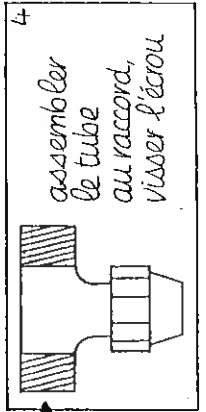
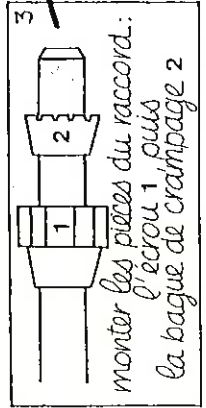
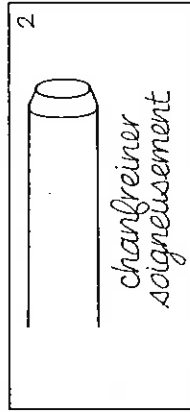
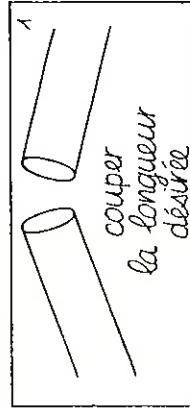
Avantages :

- souplesse facilitant la pose,
- petits rayons de courbure,
- mise en place des raccords facile et rapide,
- ne s'altère pas à la lumière,
- ne craint pas le gel.

Inconvénients :

- coût dans les gros diamètres,
- résistance à la pression limitée à 10 bars.

IV- MISE EN PLACE DES RACCORDS



2- LES CANALISATIONS METALLIQUES DE SURFACE

I- DESCRIPTIF

Canalisation constituée de tubes en alliage léger d'aluminium ou acier galvanisé.

Les tubes peuvent être équipés de différents types de raccord par soudure ou emboîtement. Ils se présentent selon les diamètres en longueur de 3,6 ou 9 mètres (à proscrire, s'il y a des lignes électriques).

On distingue 2 types de raccords :

1- Les raccords mécaniques

L'étanchéité est obtenue par compression d'un joint grâce au vérouillage assuré par une poignée et des crochets. Ce type de raccord offre l'avantage d'une étanchéité totale en pression et en dépression et permet de réaliser des angles de l'ordre de 20°. Son principal inconvénient est la mise en place de ce type de tuyaux et son coût.



2- Les raccords hydrauliques

- Le plus courant est le raccord à crochet.



La partie femelle du tuyau est équipée d'un joint à lèvres.
Selon les marques, une extrémité du tuyau est équipée d'un crochet.
Lors de la mise en pression, l'étanchéité est assurée par le joint. Il n'est pas étanche à la dépression.



- Le raccord ABC

Constitué d'une rotule, d'une coquille, d'un ressort et d'un joint à lèvres. A la mise en eau, la pression repousse le joint à lèvres qui lui-même pousse et comprime le ressort dans la partie étroite du raccord (vérouillage). L'étanchéité est assurée par les lèvres du joint qui, à la pression, se placent sur le raccord. Il n'est pas étanche à la dépression.

Ce type de raccord permet des angles de l'ordre de 22° et présente l'avantage d'être un des moins chers. La liaison tube raccord étant assurée par emboîtement et collage, il arrive à la longue ou sur un coup de bélier que le raccord se déboîte (mettre alors des rivets pop.).

II- DOMAINE D'UTILISATION

Diamètre :

Le diamètre extérieur des tubes varie de 1"1/3 soit 33,8 mm à 6" soit 152,4 mm.

Les diamètres les plus utilisés sont :

- 2" = 50,8 mm
- 3" = 76,2 mm
- 4" = 101,6 mm
- 5" = 127 mm

pour l'alliage léger

60, 80, 100 mm pour l'acier galvanisé.

Résistance à la pression

Celle-ci est variable suivant l'épaisseur du tube, le diamètre et le type de raccord utilisé. En général, elle est comprise entre 6 et 11 bars.

Les canalisations métalliques de surface sont utilisées pour aller en surface, de la ressource en eau aux îlots de parcelles,

mais également pour distribuer l'eau sur les parcelles jusqu'aux organes de distribution (aspulseurs-enrouleurs...).

III- AVANTAGES ET INCONVENIENTS

Avantages

- léger et facile à mettre en place,
- bonne résistance à la corrosion,
- peut être déplacé en cours de saison,

acier galvanisé

- peu coûteux,
- tous à raccord mécanique.

Inconvénients

- alliage léger
 - canalisation gênante en surface car sensible à l'écrasement,
 - coût élevé,
 - fuite à la dépression si raccords hydrauliques.
- acier galvanisé
- poids élevé,
 - sensible à la corrosion.

IV- RECOMMANDATIONS PRATIQUES

- Choisir un raccord mécanique si on ne veut pas avoir des pertes d'eau sur la parcelle à la dépression (cultures délicates et colonne de retournement en coteaux).

- Eviter de laisser de la terre pénétrer dans les tuyaux et les joints.

- En hiver, sortir les joints et les talquier.

I DESCRIPTIF

Canalisation en chlorure de polyvinyl (matériau léger) en longueurs droites, généralement de 6m, assemblées entre elles :

- soit par collage : dans ce cas, l'une des extrémités est lisse et l'autre est tulipée,

- soit par emboîtement avec joint caoutchouc : dans ce cas, l'une des extrémités est lisse et l'autre possède une emboîture à gorge dans laquelle on place le joint qui assure l'étanchéité.



II- DOMAINE D'UTILISATION

Diamètre :

Le diamètre extérieur des tubes PVC peut varier de 25 à 200 mm, mais le diamètre des canalisations enterrées utilisées en irrigation est en général compris entre 75 et 125 mm.

En dessous de 75 mm, les canalisations en polyéthylène deviennent intéressantes et au-dessus de 125 mm, ce sont les canalisations fonte.

Résistance à la pression :

Pour un même diamètre extérieur, il existe plusieurs épaisseurs de tube correspondant à des résistances à la pression différentes.

Pour les canalisations enterrées utilisées en irrigation, il s'agit en général de séries 10 bars et 16 bars, mais il existe parfois des séries intermédiaires.

Résistance à l'éclatement :

Elle varie en fonction du mode de fabrication et se traduit par la valeur du (SIGMA) (100, 125 ou 140). Plus le (SIGMA) est élevé, moins la canalisation est résistante.

Le PVC est donc essentiellement utilisé pour aller de la réserve en eau aux îlots de parcelles. Ce système est particulièrement adapté aux installations équipées d'enrouleurs. Il permet en effet un gain appréciable en main d'œuvre si l'on dispose d'une sortie à chaque passage d'enrouleur.

III- AVANTAGES ET INCONVENIENTS

Avantages :

- léger et facile à mettre en place,

- bonne résistance à la corrosion,
- prix intéressant.

Inconvénients :

- sensible au rayonnement solaire, il doit être enterré,
- par mesure de sécurité, il est préférable de mettre des pièces de raccord en fonte surtout pour les diamètres élevés,
- nécessité de mettre des butées béton aux points particuliers,
- craint le gel.

IV- RECOMMANDATIONS PRATIQUES

1- Pose

Cas des tubes PVC à joints collés

L'assemblage s'effectue comme suit :

- Passage au papier de verre puis au décapant des surfaces qui seront en contact.
- Enduire de colle spéciale au pinceau l'extrémité male du tube et l'entrée de l'emboîture.
- Emboîtement rapide et élimination de l'excès de colle.

La qualité de l'assemblage est primordiale pour la fiabilité et la longévité de l'installation.

Cas des tubes PVC à joints caoutchouc

L'assemblage s'effectue comme suit :

- Placer le joint dans la gorge de l'emboîture.
- Enduire la partie-male du tube et la face interne du caoutchouc de pâte à joints.
- Assembler en enfonceant lentement jusqu'au trait de repérage que l'on aura eu soin de tracer sur la partie male.

Remarque :

Le tube PVC se présente en longueur de 6 m, mais une fois emboîté, la longueur utile varie suivant les diamètres de 5,85m à 5,95m.

2- Pièces de raccord

La pose des pièces de raccord s'effectue de la manière suivante :

- Coupe du tube PVC à l'endroit de



pose désiré.

- Emboîtement de la pièce de raccord.
- Redépart en emboîtant le morceau de tube qui reste dans la pièce de raccord.

3- Dispositifs de protection de la conduite

Des butées béton sont nécessaires à tous les coudes, et à chaque départ et fin de ligne. Ces points sont particulièrement sensibles aux coups de bélier (liés à une fermeture de

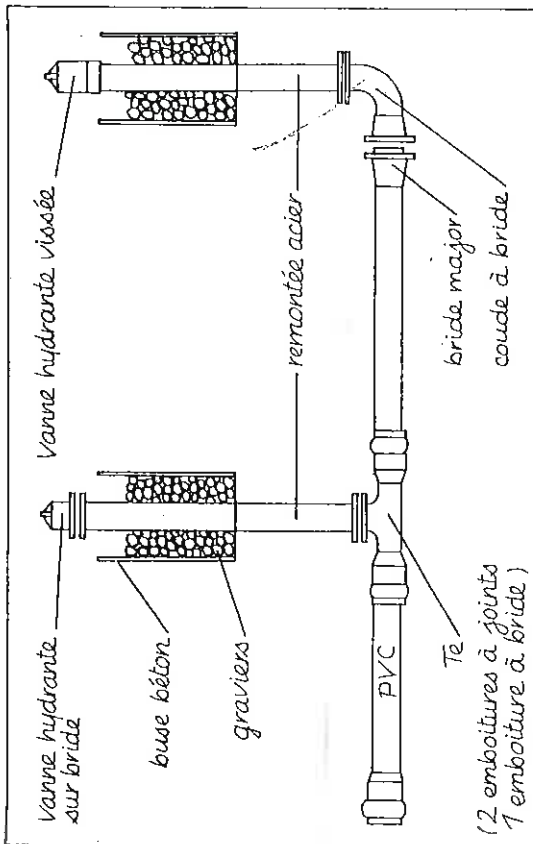
vanne trop rapide ou arrêt d'enrouleur).

Des vidanges devront être placées en point bas et des purges d'air (ou ventouses) en point haut.

4- Sorties

Les sorties sont constituées soit d'un té (sortie en ligne), soit d'un coude (sortie fin de ligne) d'une remontée de préférence en acier de longueur variable et d'une vanne (vissée, soudée ou boulonnée (bride)).

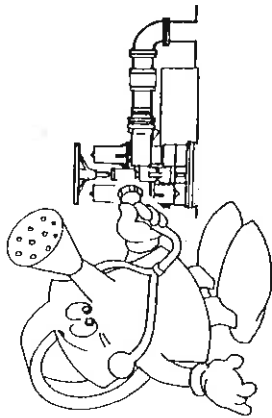
Ces sorties peuvent être protégées par une buse béton de 0,50 m de long et de diamètre 300 mm enterrées à 0,30m dans le sol en prenant garde, en cas de vanne hydratante, de pouvoir placer le genou mobile correctement.



5- Mise en eau et exploitation

Au moment de la mise en eau, il est important de purger la canalisation afin d'éliminer l'air et les corps étrangers. En fin de saison, il faut vidanger, laisser

les vannes un peu ouvertes et débrancher le réseau PVC de la borne d'irrigation s'il s'agit d'un branchement sur réseau collectif.



LES ORGANES DE DISTRIBUTION

I- LA BORNE

- 1) présentation - description
- 2) Réducteur - limiteur de pression
- 3) Limiteur de débit

II- LES ORGANES DE REGULATION

- 1) Rôle
- 2) Réducteur-stabilisateur
- 3) Vannes hydrauliques de régulation

III- LA VENTOUSE

IV- LE CLAPET

V- LA SOUPAPE

VI- LES VANNES

I - LA BORNE

1 - Présentation et description

La borne sert à la livraison d'eau à des particuliers à partir de réseaux collectifs de distribution sous pression.

Elle doit :

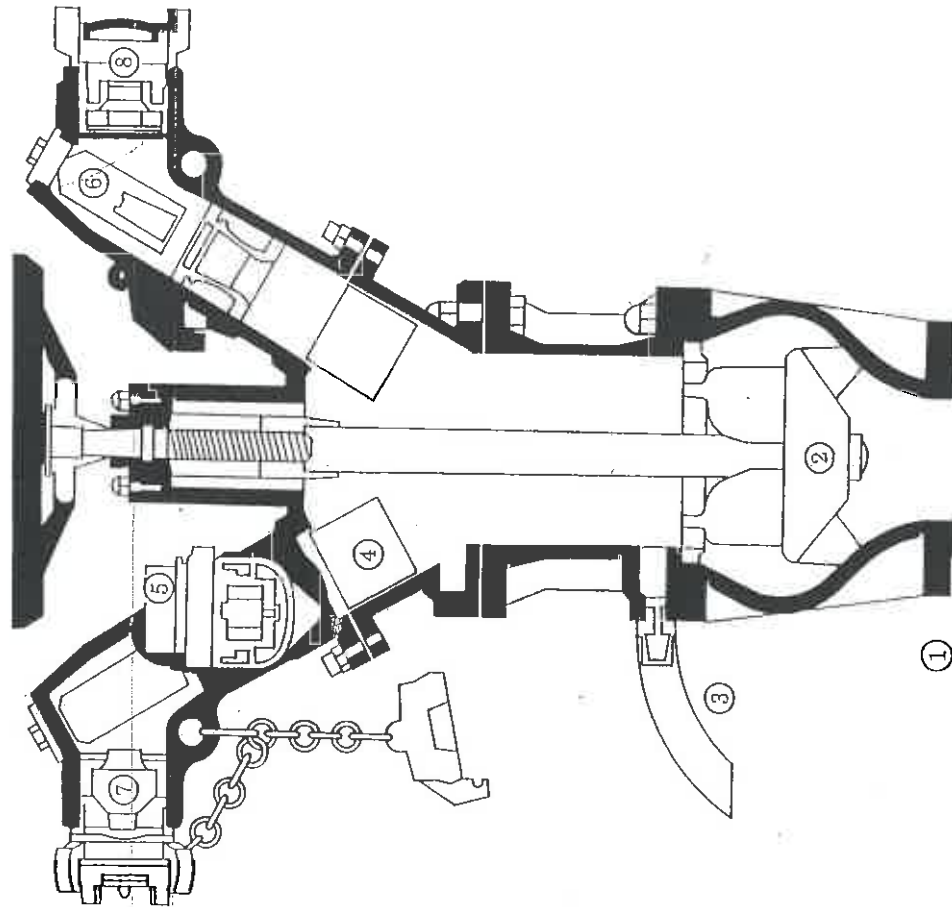
- établir ou interrompre la fourniture d'eau sans coup de bélier,
- compter les volumes distribués,
- réguler la pression en aval,
- limiter le débit des prises.

Le corps de borne comprend :

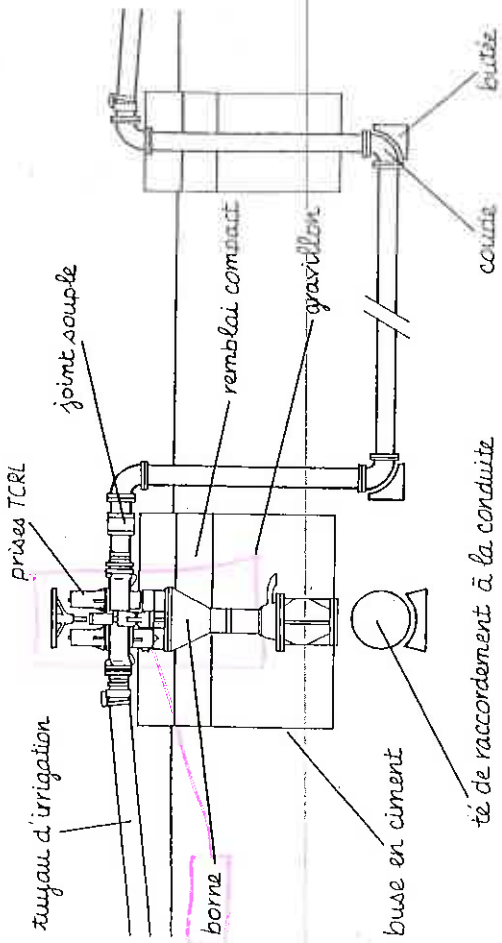
- la pièce d'entrée à bride, (1)
- le dispositif obturation, (2)
- le vidange à bille, (3)
- le boîtier de distribution à une ou plusieurs sorties (4).

Les sorties comprennent :

- un dispositif de comptage, (5)
- un réducteur - limiteur de pression, (6)
- un limiteur de débit, (7)
- un raccord de sortie, (8)

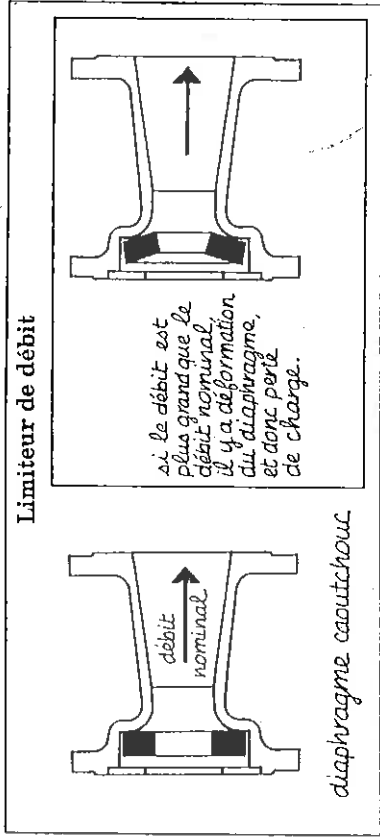


IMPLANTATION D'UNE BORNE



3) Limiteur

Sa fonction consiste à limiter le débit. Cela se fait par l'intermédiaire d'un caoutchouc qui va se compresser plus ou moins, régulant ainsi le débit comme une buse.

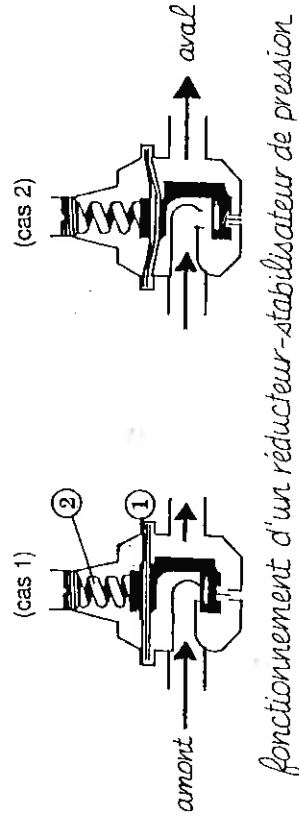


II - LES ORGANES DE REGULATION

1) Leur rôle

Les organes de régulation ont pour rôle de maintenir constante la pression aval à une valeur déterminée, quelles que soient les variations de débit et de pression en amont.

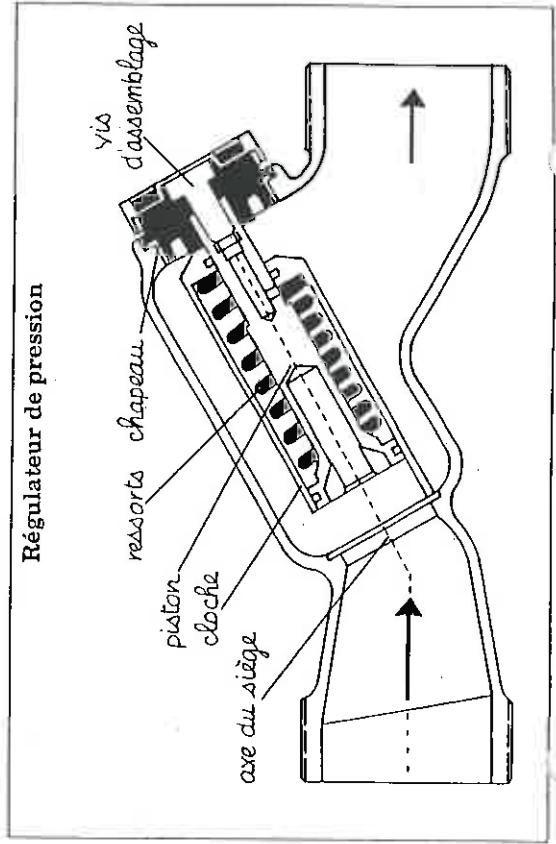
2) Le réducteur stabilisateur



Par l'intermédiaire d'une membrane (1), la pression aval est comparée à une valeur fixée par un ressort de tarage (2). Si elle est supérieure à celle-ci, un clapet vient obstruer l'orifice d'arrivée de l'eau et augmente ainsi les pertes de charge (cas 1). Si elle est inférieure, le clapet s'abaisse et permet le libre écoulement (cas 2).

2) Régulateur de pression

Sa fonction consiste à réduire la pression par création de pertes de charges par une action mécanique sur un ressort ou par une action hydraulique sur une membrane.



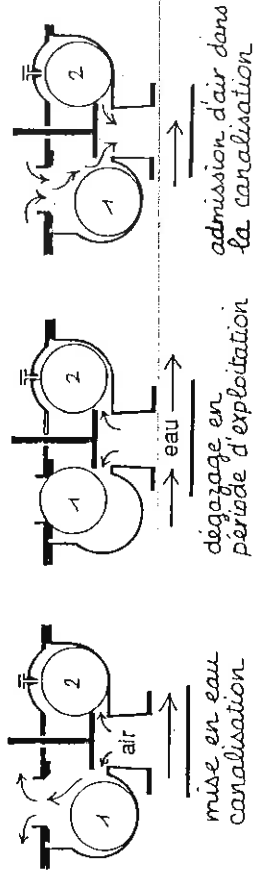
3) Les vannes hydrauliques particulières : vanne de régulation

Voir plus loin : chapitre VI

III - LES VENTOUSES

Les ventouses permettent les entrées et sorties automatiques d'air au point haut des réseaux :

- évacuation de l'air à grand débit lors de la mise en eau du réseau,
- évacuation d'éventuelles bulles d'air en cours de fonctionnement
- entrée d'air en cas de dépression lorsque les tuyaux se vidant (vidange ou casse du tuyau ou en-cas-de-coup de bélièr).



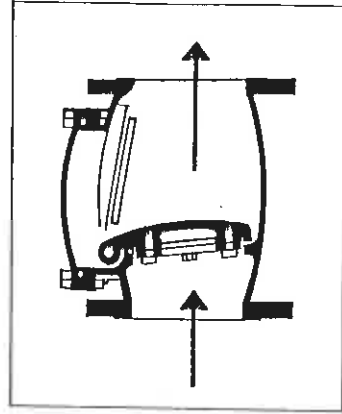
IV - CLAPETS ANTI-RETOUR

Ils se trouvent en général au départ des canalisations de refoulement.

A l'arrêt des pompes, ils retiennent la colonne d'eau contenue dans les canalisations, ils évitent ainsi à la pompe de subir le coup de bélièr.

Ils sont de 4 sortes :

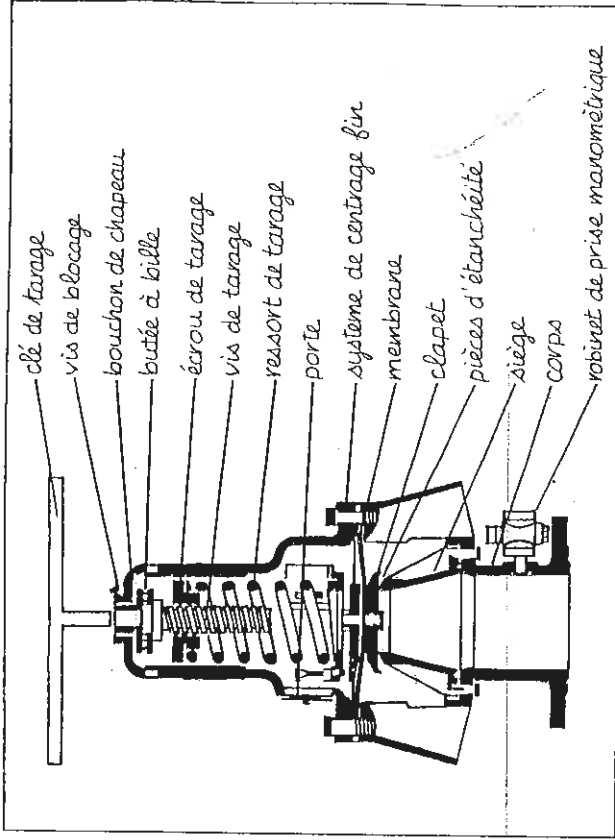
- à battant (horizontal),
- à battant basculant (contre-poids),
- à volets,
- à boule.



V - SOUPE DE DÉCHARGE (Soupape anti-bélièr)

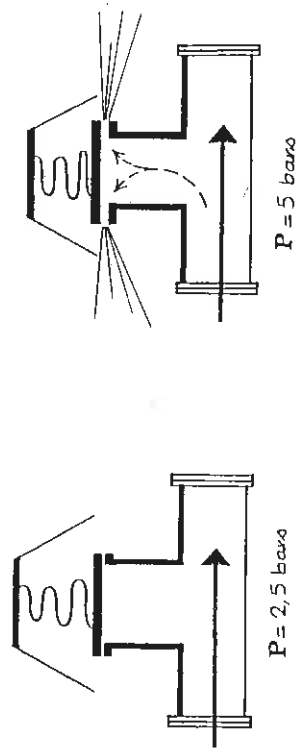
1 - Description

Schéma page suivante



2 - Rôle et fonctionnement

Schéma de fonctionnement



La soupape de décharge a pour rôle de protéger le réseau contre d'éventuelles surpressions. Elle est généralement constituée par un clapet maintenu sur un siège par un ressort taré (cf schéma). Dès que la pression dépasse la force du ressort, le clapet se soulève et l'eau s'échappe latéralement. Le clapet reprend sa place dès que la perturbation disparaît.

La soupape est montée en by-pass à la sortie de la pompe.

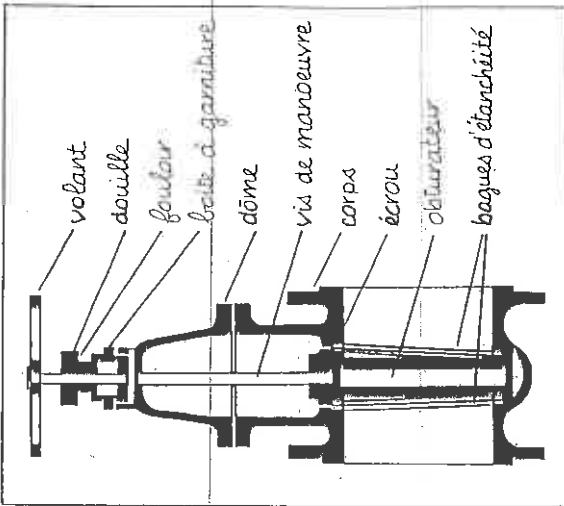
VI - LES VANNES

Elles servent à interrompre ou limiter le flux d'eau dans les canalisations

1) les vannes mécaniques

. A opercule

Elles se composent :
 - du corps en forme de té,
 - du chapeau portant le dispositif d'étanchéité de la vis de manoeuvre,
 - d'un obturateur,
 - d'une vis de manoeuvre,
 - des bagues d'étanchéité



. A papillon

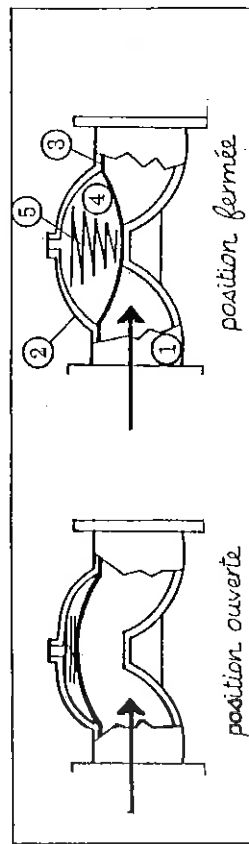
Elles se composent :
 - du corps,
 - du papillon,
 - des joints d'étanchéité.

. A boule ou vanne quart de tour

Elles se composent :
 - d'une bille percée dont l'axe est relié à une manette de commande.

2) Les vannes hydrauliques à membrane (VHM)

Les VHM sont toutes de construction robuste et de fonctionnement simple.



Elles comprennent 5 éléments principaux :

- le corps (1)
- le couvercle (2)
- la membrane (3)
- la chambre de commande (4)
- le ressort (5) - ce dernier reste facultatif.

Sous l'action d'une pression de commande (eau sous pression dans la chambre), la membrane se déplace et obture plus ou moins l'orifice de passage (cf schéma).

Il existe deux types de commande pour ce type de vannes :

. VHM à commande manuelle

- la vanne est munie d'un robinet 4 voies,
- l'ouverture et la fermeture du robinet conditionnent l'arrivée ou non du fluide moteur dans la chambre.

. VHM à commande électrique

- dans ce cas, une électrovalve à 3 voies (solénoïde) remplace le robinet, au repos, le fluide moteur passe au travers de l'électrovalve exerçant ainsi une pression sur la membrane,
- lorsque le solénoïde perçoit un signal électrique, l'opercule de la valve change de pôle mettant la chambre de commande à l'air libre d'où son ouverture.

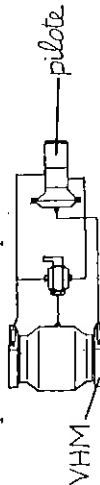
3) Les vannes hydrauliques particulières : vannes de régulation

Les VHM peuvent être utilisées comme organe de régulation de pression. Le principe est le suivant :

- la fermeture de la vanne provoque par augmentation des pertes de charge :
 - . en amont, une augmentation de pression,
 - . en aval, une diminution de pression et de débit.
- Inversement, l'ouverture de la vanne provoque :
 - . en amont, une baisse de pression,
 - . en aval, une augmentation de pression et de débit.

Pour réguler de façon continue, les VHM sont couplées à des pilotes hydrauliques. Par l'intermédiaire d'une membrane, le pilote compare continuellement la pression aval à une valeur fixée par un ressort de tarage et provoque l'ouverture ou la fermeture (totale ou partielle) de la VHM afin de maintenir cette pression constante.

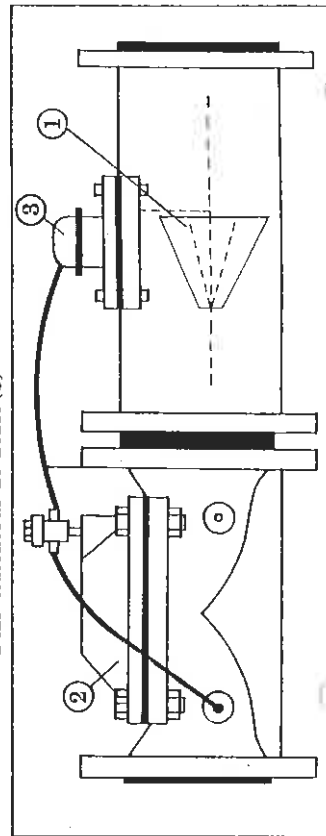
Outre la régulation de pression aval, les VHM permettent d'autres régulations :
 - pression amont, débit, niveau d'eau...
 Les schémas de montage sont complexes et dépendent de chaque constructeur.

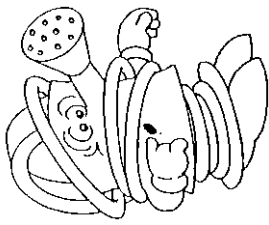


4) Les vannes volumétriques

Elles se composent :

- d'un compteur d'eau (1)
- d'une vanne hydraulique à membrane (2)
- d'un indicateur de débit (3)





L'ENROULEUR

I- LE CANON D'ARROSAGE

- 1- Description
- 2- Les réglages des canons
- 3- La pression au canon
- 4- La largeur de bande arrosée

II- LA MOTORISATION

- 1- Le système vérin souple
- 2- Le système turbine
- 3- La vitesse d'avancement du canon

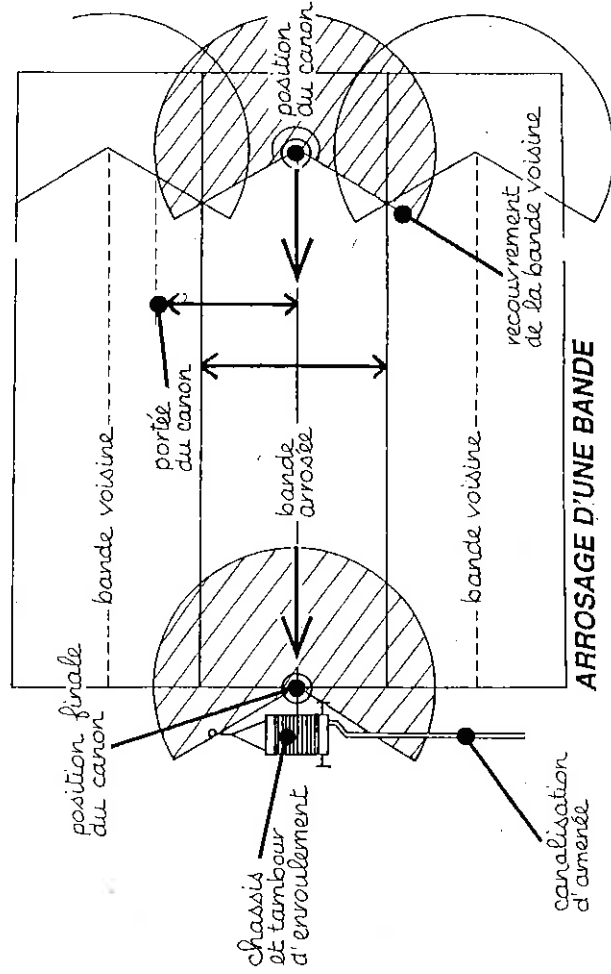
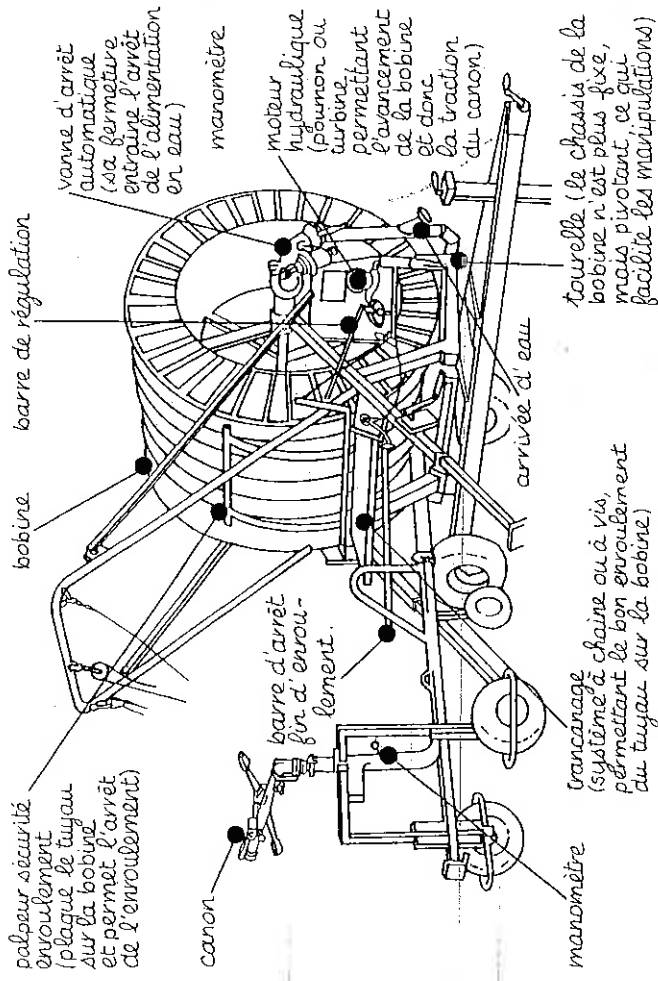
III- LES ACCESSOIRES

- 1- Le trancanage
- 2- Les vannes d'arrêt

IV- LE CHOIX D'UN ENROULEUR

V- QUELQUES PRECAUTIONS

L'ENROULEUR



I- LE CANON D'ARROSAGE

1- Description :

Les canons d'arrosage fonctionnent à haute pression (4 à 6 bars) et délivrent des débits importants à longue portée. Les plus petits modèles permettent des implantations avec des écartements de 36 à 42 m, avec des pressions de fonctionnement de l'ordre de 4 bars et des débits de l'ordre de 15 à 30 m³/h.

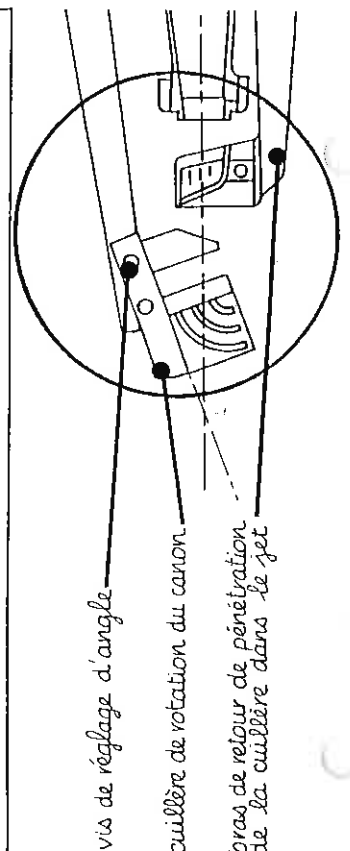
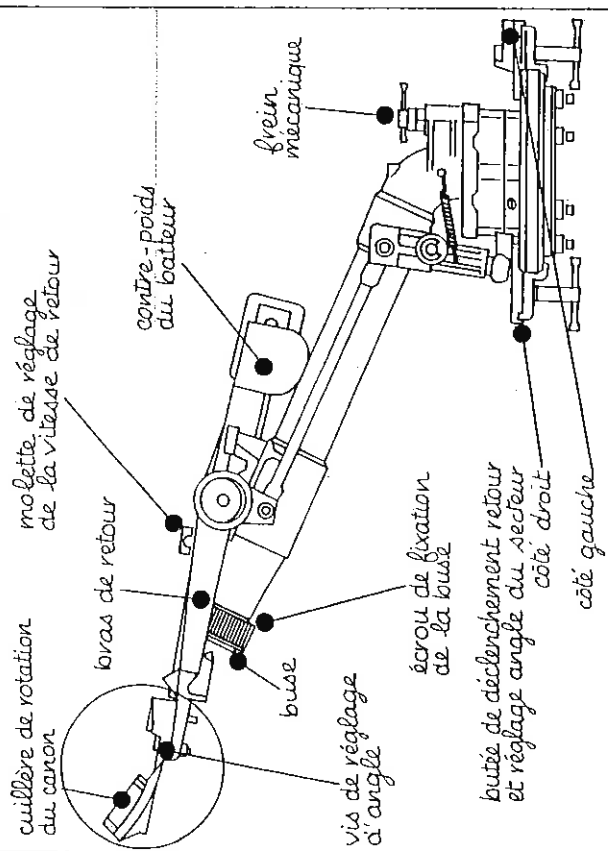
Les canons les plus importants

fonctionnant à 5 bars permettent d'obtenir des écartements variant entre 60 et 90 m.

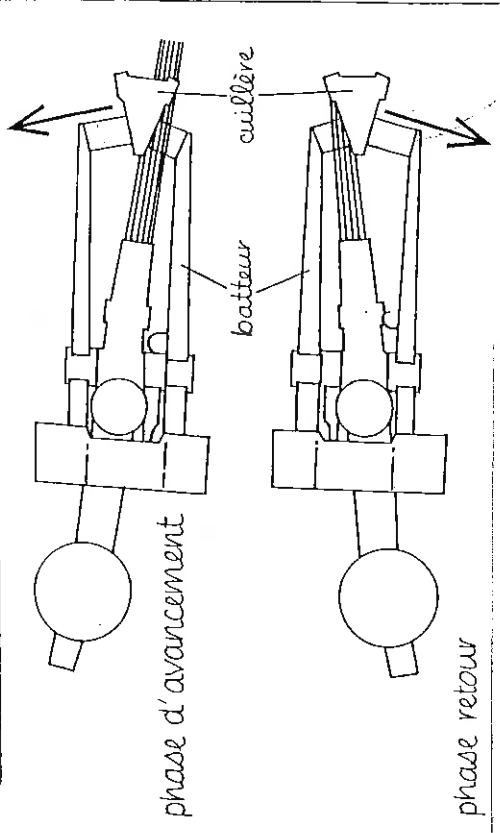
Les pluviométries obtenues sont importantes : 10 à 20 mm/h de même que les débits délivrés (35 à 100 m³/h).

2 types de canon sont commercialisés : à retour rapide, à retour lent.

1.1.- Les canons à retour rapide.



1.2- Les canons à retour lent.



Avec le canon à retour rapide, le canon à retour lent constitue la deuxième gamme de canon existant sur le marché. Il est de même structure que le canon à retour rapide, seule la cuillère motrice change, entraînant la disparition de la cuillère de retour.

Principe de fonctionnement

La différence avec le canon à retour rapide, est que la cuillère motrice, de part sa forme triangulaire assure la rotation du canon dans un sens comme dans l'autre.

2- Les réglages des canons

Angle de secteur arrosé :

Son réglage a une influence directe sur la forme de la courbe de répartition du canon. D'une manière générale, le cercle complet ou le demi-cercle provoque un surdosage d'eau dans l'axe du canon. Avec un cercle complet, on a l'inconvénient d'arroser le flexible et l'enrouleur. On obtient un surdosage d'eau lorsque l'angle est trop grand (260 à 270°). Le réglage optimum pour obtenir une courbe "PLATE" se situe aux environs de 220° à 240° (voir courbe de répartition de pluviométrie page suivante).

Nombre de battements/secteur :

Son réglage s'effectue par l'orientation de la cuillère du batteur. Si le nombre de battements est trop faible, réduire

l'angle d'attaque des ailettes par rapport au jet d'eau, afin d'obtenir 50 à 60 battements/secteur. **NE PAS UTILISER LE FREIN POUR AGIR SUR CETTE CARACTERISTIQUE.**

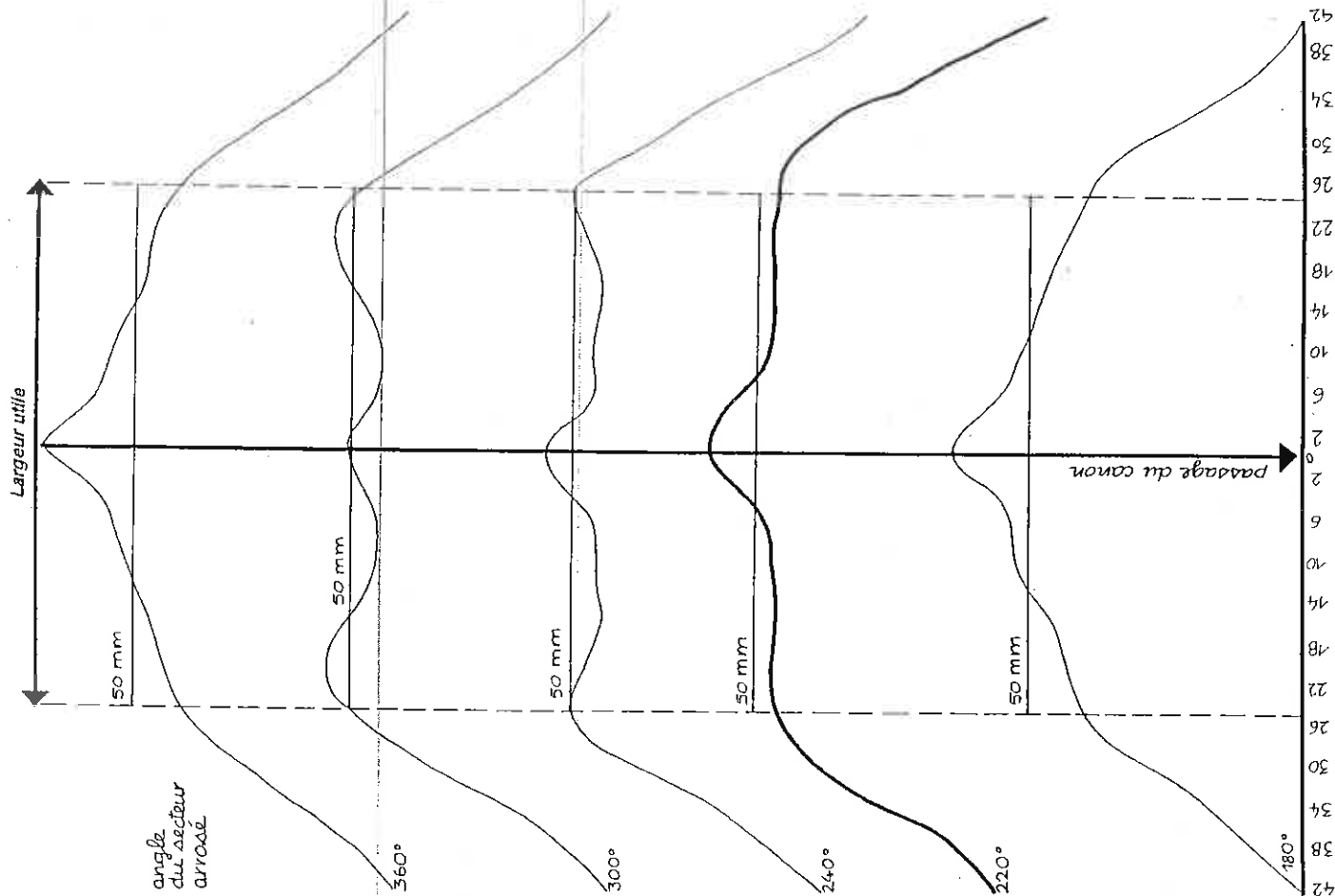
Réglage du frein :

Il ne doit pas être trop serré. Le frein n'est à régler que si le canon a tendance à revenir en arrière entre chaque coup de balancier.

La fréquence des battements :

On doit obtenir 1^{er} battement à la seconde, c'est à dire un secteur arrosé en 60 secondes. Le réglage peut se réaliser de deux façons :

- modification de la position du contrepois situé en bout de balancier ou
- modification de la hauteur de la butée sur laquelle vient s'appuyer le contrepois mobile.



3- La pression au canon

Niveau de pression conseillé :

Afin d'obtenir une bonne répartition, il faut disposer d'une pression suffisante au canon. Elle sera essentiellement fonction de la buse choisie :

Diamètre de buse	Pression conseillée
15 à 20 mm	5,0 à 5,5 bars
20 à 25 mm	5,5 à 6,0 bars
25 à 30 mm	6,0 à 7,0 bars

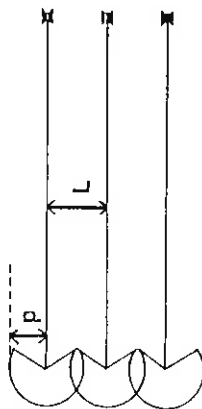
Il faudra donc choisir la buse qui permettra au canon d'apporter le débit voulu tout en respectant la plage des pressions conseillées.

DEBITS DES ORIFICES (en m³/h)

DIAM. EN MM	PRESSION EN BARS							
	2	3	4	5	6	7	8	
14	10,5	12,8	15	16,5	18	19,5	20,8	
16	14	17,5	20,5	22,5	24	25,5	27,5	
18	18	22	25,5	28,5	30,5	32,5	34,5	
20	21,5	26,5	30,5	34	37,5	40,5	43,5	
22	25	30,5	35	39,5	43,5	47,5	51,5	
24	31	38	44	49,5	54	58	62,5	
26	36,3	44,5	51,5	57,5	63,3	68	73	
28	42	52	60	67	73	79	84,5	
30	48,5	59,5	69	77	84,5	91	97,5	

4- Largeur de bande arrosée

Selon l'importance du vent, la largeur de bande-L-conseillée peut être la suivante en fonction de p (portée du canon).



IMPORTANCE DU VENT	LARGEUR DE BANDE CONSEILLÉE
	$L = 1,6 p.$
	$L = 1,35 p.$
	$L = 1,1 p.$

(p : étant la portée du canon donnée par le constructeur)

II- LA MOTORISATION

Pour assurer l'enroulement du flexible, les constructeurs ont systématiquement choisi le moteur hydraulique, par rapport au moteur électrique ou thermique.

Principal avantage : le passage obligatoire d'un fluide, en l'occurrence l'eau, à une pression de l'ordre de 7 à 10 bars.

Deux types de moteur hydraulique existent à l'heure actuelle :

- moteur à poumon (ou vérin souple),
- moteur à turbine.

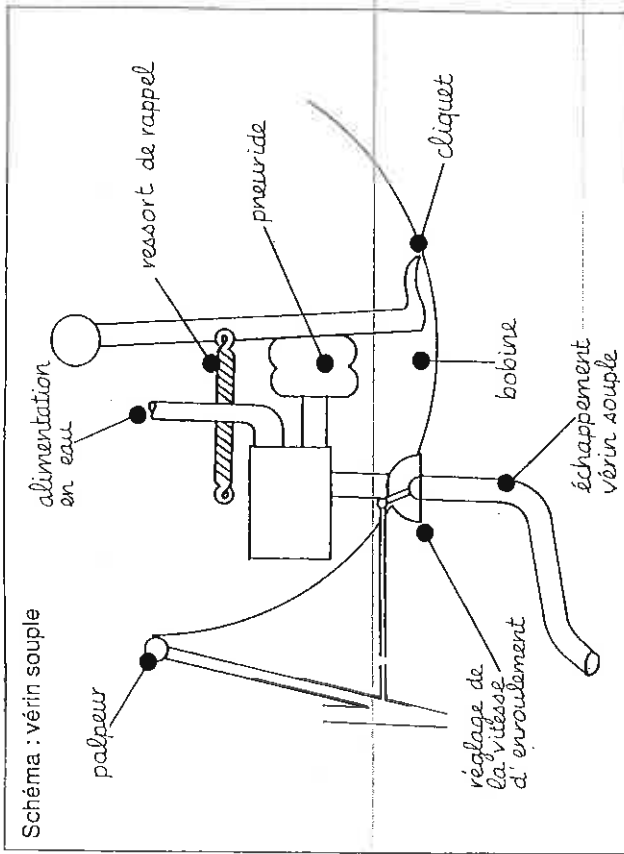
1- Système vérin souple :

1.1- Voir le schéma page suivante

1.2- Principe de fonctionnement :

La rotation de la bobine est créée par l'effort de poussée du vérin souple sur la crémaillère de la bobine.

Un mécanisme d'inversion fait fonctionner alternativement l'alimentation et le rejet d'eau à la fin de chaque mouvement.



- Inconvénients :**
- entraîne des pertes de charge supplémentaire (0,5 à 1,5 bars),
 - nécessite ainsi une pression disponible entrée enrouleur plus élevée qu'avec un moteur à vérin souple,
 - sensible à la qualité de l'eau (constituants physiques).

3- La vitesse d'avancement du canon

Le moteur hydraulique entraîne la rotation de la bobine, qui assure l'enroulement du tuyau et par conséquent le déplacement du canon. Le réglage de la vitesse sera fonction de la dose d'eau que l'on souhaite apporter.

Vitesse d'avancement (m/h)
1000 X débit (m ³ /h)
dose X largeur de bande arrosée (en m)

Ce dernier est composé d'un palpeur qui à chaque lit de spires supplémentaire et par l'intermédiaire d'une bielle vient fermer progressivement une vanne soit à l'échappement du pneuïde, soit à l'alimentation de la turbine. La réduction de la vitesse de rotation de la bobine est donc obtenue soit par un allongement du temps de vidange pour un poumon, soit par une diminution de la vitesse de rotation de la turbine suite à la restriction de débit.

- ATTENTION, les enquêtes réalisées ont montré la nécessité de régler ces mécanismes afin d'obtenir une vitesse "à peu près constante" au fur et à mesure de l'enroulement : les variations ne devront pas excéder 15 %. On appelle "pourcentage de variation de la vitesse d'enroulement" le rapport :

$$\text{Vitesse maxi-vitesse mini} \times 100$$

Vitesse mini

- Aujourd'hui, certains constructeurs équipent leurs appareils d'une régulation électronique comparant, en permanence, la vitesse souhaitée et la vitesse mesurée.

- Si l'enrouleur se met en route en même temps que le canon, le bord de la parcellle est insuffisamment irrigué, il va de même au moment de l'arrêt, il paraît donc très intéressant de décaler les deux opérations : c'est le rôle de la TEMPORISATION. Celle-ci peut être mécanique, hydraulique ou électronique.

1.3- Avantages/inconvénients :

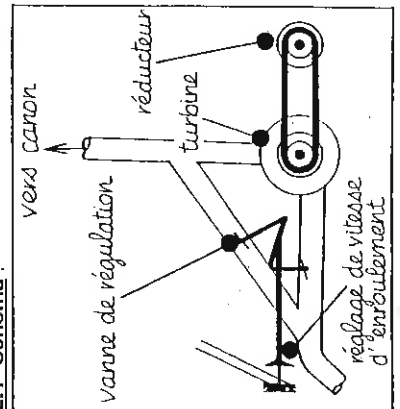
- Avantages :**
- n'entraîne pas de perte de charge supplémentaire,
 - nécessite une pression disponible entrée enrouleur plus faible qu'avec un moteur à turbine.

Inconvénients :

- perte d'une partie du débit (0,3 à 1,5 m³/h), échappement vérin souple
- sensible aux variations de pression entraînant ainsi une irrégularité de la vitesse d'avancement du canon.

2- Système turbine

2.1- Schéma :



2.2- Principe de fonctionnement :

Sous la pression de l'eau, la turbine se met en rotation pour entraîner, par l'intermédiaire d'un variateur à courroies, la bobine. La réduction du mouvement entre la turbine et le variateur est assurée par un ensemble réducteur et trains de chaînes.

2.3- Avantages/Inconvénients :

Avantages :

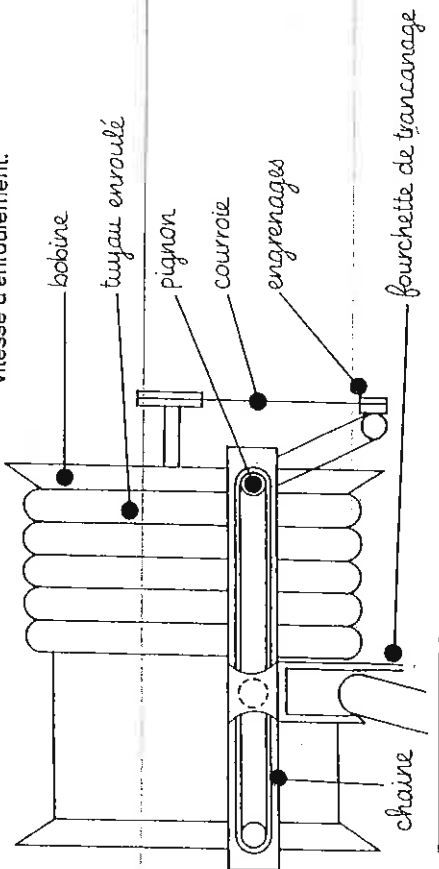
- pas de perte de débit,
- meilleure régulation de la vitesse d'avancement du canon.

III- LES ACCESSOIRES

3.1- Le Trancanage

Pour que le PET s'enroule correctement autour de la bobine et cela sur toutes les couches, les constructeurs ont mis en place un système de trancanage.

C'est un système simple qui comprend des organes de transmission (chaîne) et des organes de guidage qui se déplacent sur la longueur de la bobine entraînant le PET à une vitesse qui varie selon la vitesse d'enroulement.



3.2- Les vannes d'arrêt

Ces deux systèmes sont utilisés pour arrêter l'arrosage lorsque le traineau arrive contre la barre d'arrêt d'enroulement ou en cas de défaut d'enroulement déclenché par palpeur.

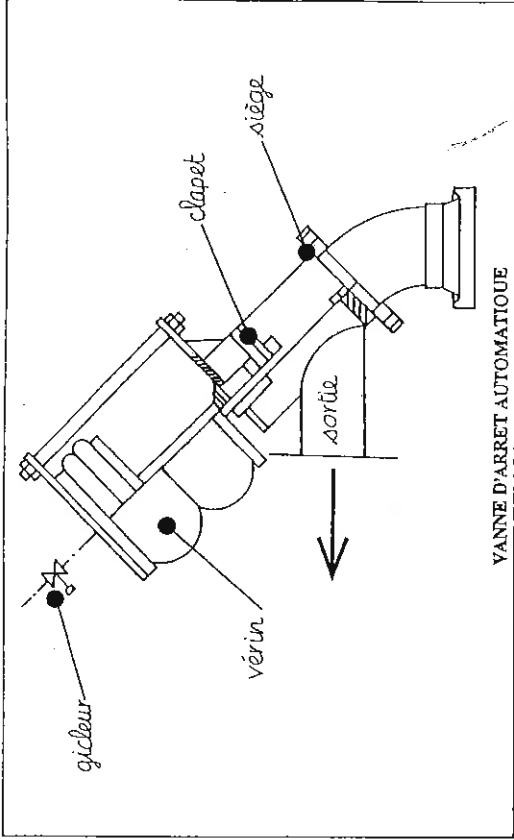
Le mécanisme de sécurité commande ces deux systèmes :

- la vanne automatique qui ferme progressivement l'arrivée d'eau à l'entrée de la machine (arrêt de la station par surpression).
- La vanne de décharge qui ouvre brusquement une dérivation et permet d'arrêter par chute de pression.

3.2.1- La vanne d'arrêt automatique

Principe de fonctionnement

En l'absence du signal de commande, l'eau s'écoule librement à travers la



3.2.2- La vanne de décharge

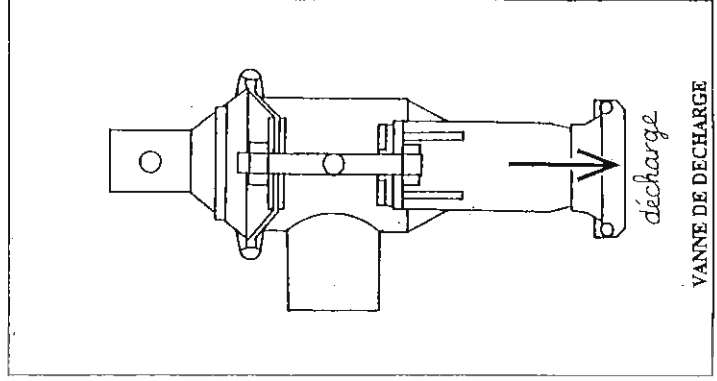
Principe de fonctionnement

C'est le même système de déclenchement que la vanne automatique. Au moment où le moteur est déclenché par l'intermédiaire de la vanne de sécurité, la chambre B est vidangée et la pression dans la chambre A fait alors ouvrir la vanne.

L'appel de débit augmente et provoque une chute de pression qui sera enregistrée par un mano-contact qui va arrêter la station de pompage.

Lorsque celle-ci est arrêtée, la pression devient nulle dans les chambres A et B et la vanne se referme sous l'action du ressort empêchant les canalisations de se vider.

Le processus ne peut venir sur des réseaux collectifs car la première machine qui s'arrêterait provoquerait l'arrêt de toutes les autres.



IV- CHOIX D'UN ENROULEUR

Surface à irriguer : 10ha

Besoins mois de pointe pour une culture de maïs : 200 mm (juillet) (=2000 m³/ha).

Temps d'utilisation : 25 jours à 16h/jour = 400 heures/mois

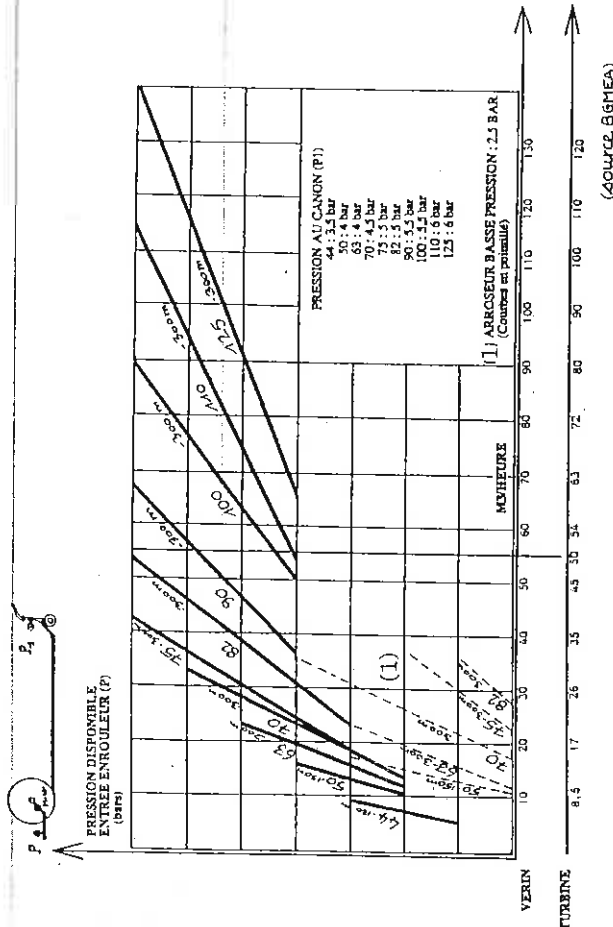
Débit nécessaire :
= $\frac{2000 \times 10}{400} = 50 \text{ m}^3/\text{h}$

1- Choix de la buse

Buse diam. 24 mm à 5,5 bars = 50 m³/h.

2- Choix du flexible (= poly-éthylène)

DEBIT DES ENROULEURS EN FONCTION DE LA PRESSION DISPONIBLE



Exemple d'utilisation du graphique :

Un débit de 50 m³/heure peut être assuré par les appareils suivants :

APPAREIL	TYPE D'ENROULEUR	PRESSION ENTREE (P)
APPAREIL A VERIN	E 100	7 à 7,5 Bar
	E 90	8 à 8,5 Bar
	E 82	9 à 9,5 Bar
APPAREIL A TURBINE	E 110	7 à 7,5 Bar
	E 100	7,5 à 8 Bar
	E 90	8,5 à 9 Bar

ENROULEUR RETENU

Pour un pompage individuel

(= possibilité de choisir la pression de fonctionnement)

Définir les caractéristiques de la pompe de manière que le débit nécessaire soit satisfait par le modèle d'enrouleur le moins coûteux.

- .diam. PET 82 (moteur pneuride)
- .buse 24 mm à 5,5 bars
- .longueur du flexible : fonction de la taille des parcelles
- .pression nécessaire entrée enrouleur : 9,5 bars (pour 300 m PET)
- .pression nécessaire à la pompe : (fonction longueur tuyaux, diamètre, nature, dénivellé).

En réseau collectif

(Impossibilité de choisir la pression de fonctionnement)

Il faudra veiller à réduire au maximum les pertes de charges du réseau, on préférera opter pour un enrouleur à vérin équipé d'un gros flexible : **choix onereux**

- .diam. 100 (moteur vérin souple)
- .buse 24 mm à 5,5 bars
- .longueur du flexible : fonction de la taille de la parcelle
- .pression nécessaire entrée enrouleur : 7,0 bars (pour 300 m PET)
- .la pression à la borne étant limitée, on choisira d'irriguer des parcelles assez proches de la borne et d'utiliser de grosses conduites d'amènée.

V- QUELQUES PRECAUTIONS A PRENDRE

Hivernage

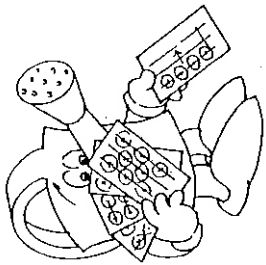
- Vidanger l'appareil (moteur et flexible).
- Appareil à turbine : dérouler puis enrouler à la prise de force.
- Autres appareils : brancher un compresseur d'air à gros débit.
- Vérifier les parties boulonnées et les resserrer.
- Ouvrir tous les robinets et débrancher les tuyaux.
- Placer l'enrouleur sous couvert les mois d'hiver.
- Graisser toutes les chaînes de l'enrouleur (et éventuellement le câble du treuil et les poulies de relevage).
- Débrancher le chatot et placer un bouchon dans le poly-éthylène, afin que des saletés ou des petits animaux ne s'y installent.
- S'assurer que toute l'eau a bien été enlevée du moteur hydraulique.
- Enlever les manomètres et les mettre hors gel.
- Sur les appareils à vérin souple, détendre le ressort de rappel et maintenir en position gonflée (talquer le vérin souple).
- Pour la saison suivante, envisager des vannes d'isolement sur les prises portemanomètre de votre enrouleur et du chatot (canon).
- Mettre les flexibles d'alimentation, soit à plat, soit sur la bobine (mais non pliés).

Préparation et utilisation

Avant la saison d'irrigation
Après une borne d'irrigation collective, pour mettre en eau les réseaux privés en pression, ouvrir les vannes "hydrant" situées en point haut et en extrémité de conduite afin de purger le réseau. Veiller à ouvrir lentement la vanne de la borne.

Pendant la saison d'irrigation

- Ne jamais faire passer le tuyau d'alimentation de l'enrouleur sous le poly-éthylène côté déroulement (risque d'accidents à l'arrivée du chatot porte canon).
- Avant le déroulement du tube de poly-éthylène, se fixer des repères en fonction de la longueur de ce dernier afin de ne pas provoquer un déboîtement du tuyau en fin de déroulement.
- Ne laisser aucun objet (vanettes, raccords, etc...) à l'intérieur du tambour lors du déroulement de la bobine de poly-éthylène.
- Ne pas laisser le bétail approcher d'un enrouleur en action (plusieurs cas de pendaison de vaches ou de veaux ayant passé la tête dans le tambour).
- Lors du réglage d'un canon arroseur, faire très attention au retour rapide.
- Faire attention aux manipulations de tuyaux métalliques (alu) sous les lignes électriques - PRUDENCE.



L'ARROSAGE BASSE PRESSION

1 - SYSTEME MOBILE

2 - SYSTEME SEMI-MOBILE

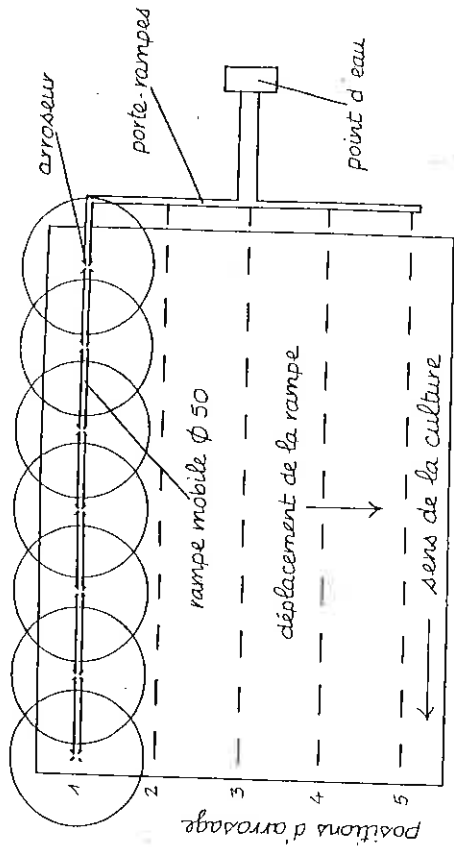
3 - QUADRILLAGE TOTALE

4 - COUVERTURE INTEGRALE

SCHEMAS :

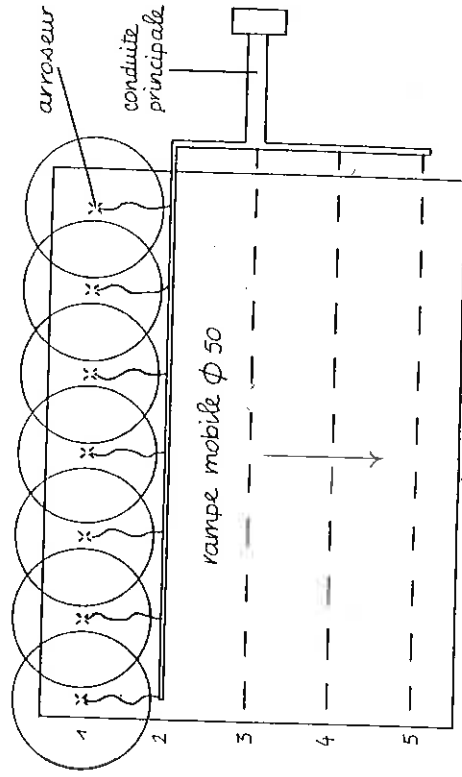
- a - différentes implantations d'arroseurs
- b - schéma de montage d'une rampe d'asperseurs
- b1 - arroseur simple-buse ou double-buse
- c - perte de pression dans une rampe
- d - relation entre le diamètre de la buse et la qualité du jet
- e - charges en main d'oeuvre

SYSTEME MOBILE



Le réseau comprend une conduite principale, les porte-rampes et une seule rampe portant des arroseurs. Cette rampe est déplacée à chaque position d'arrosage.

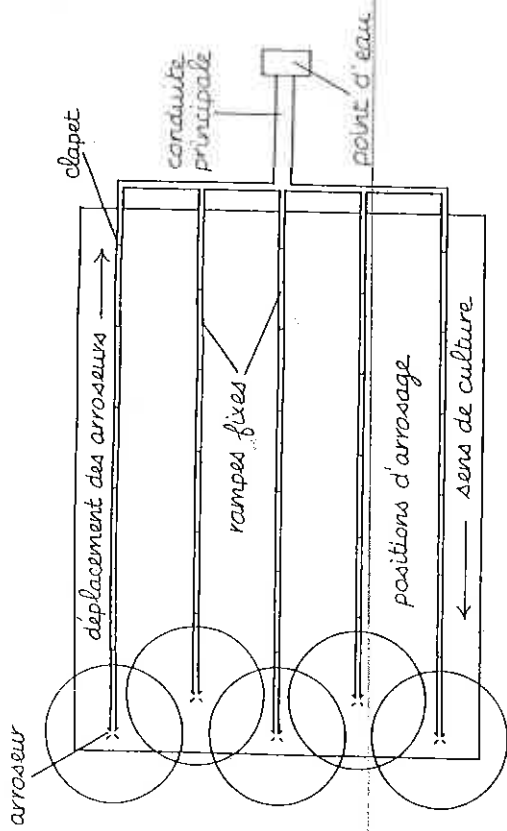
SYSTEME SEMI-MOBILE



Le réseau comprend une conduite principale, les porte-rampes et une seule rampe portant des arroseurs, mais dans ce cas, les asperseurs sont reliés

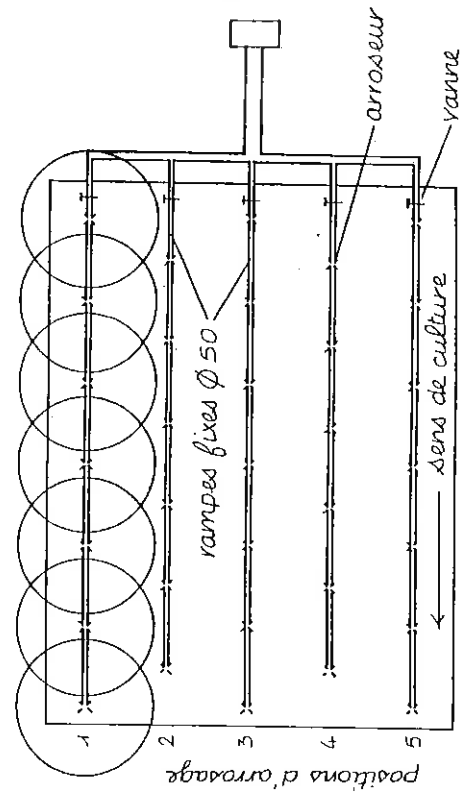
à la rampe par des longueurs de Tricoflex variables (18,24,36m), ce qui permet de réaliser 3 à 5 positions sans déplacer la rampe.

QUADRILLAGE TOTAL



Le réseau comprend une conduite à clapet pour l'alimentation des principale, les porte-rampes et sur toute arroseurs. Seuls, les arroseurs sont à la parcelle des rampes équipées de Tés déplacer.

COUVERTURE INTEGRALE

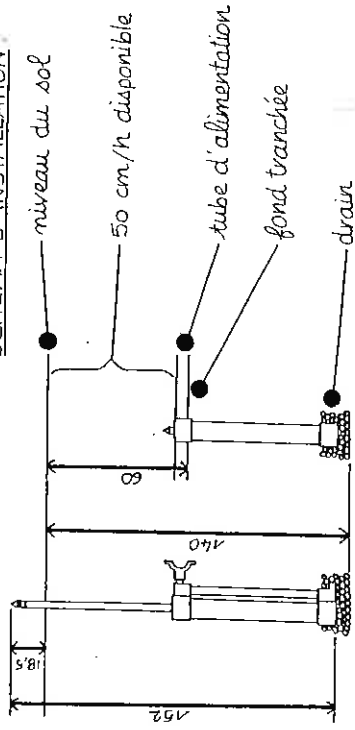


Le réseau comprend une conduite arroseurs. L'arrosage s'effectue par principale, des porte-rampes et sur toute secteur en ouvrant des vannes en tête la parcelle des rampes portant des de rampe.

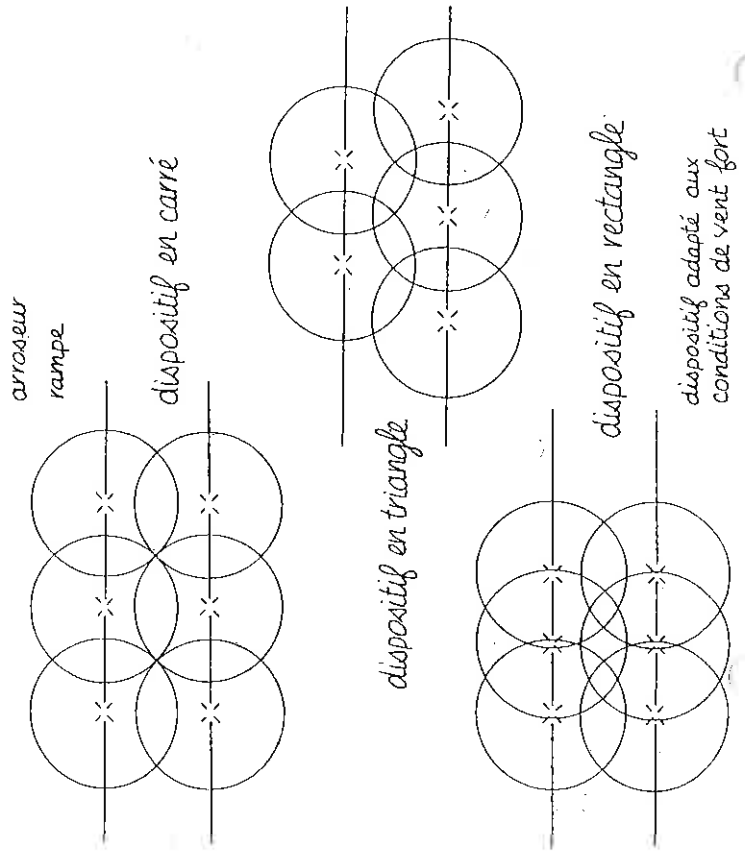
Remarque : une couverture intégrale il existe. Cette couverture intégrale a pour principal avantage d'éviter toute manipulation en début et en fin de saison. Mais elle présente, par rapport

aux équipements de surface, un surcoût à la pose. Un souci de rentabilisation amène alors à une exploitation maximale des parcelles ainsi équipées.

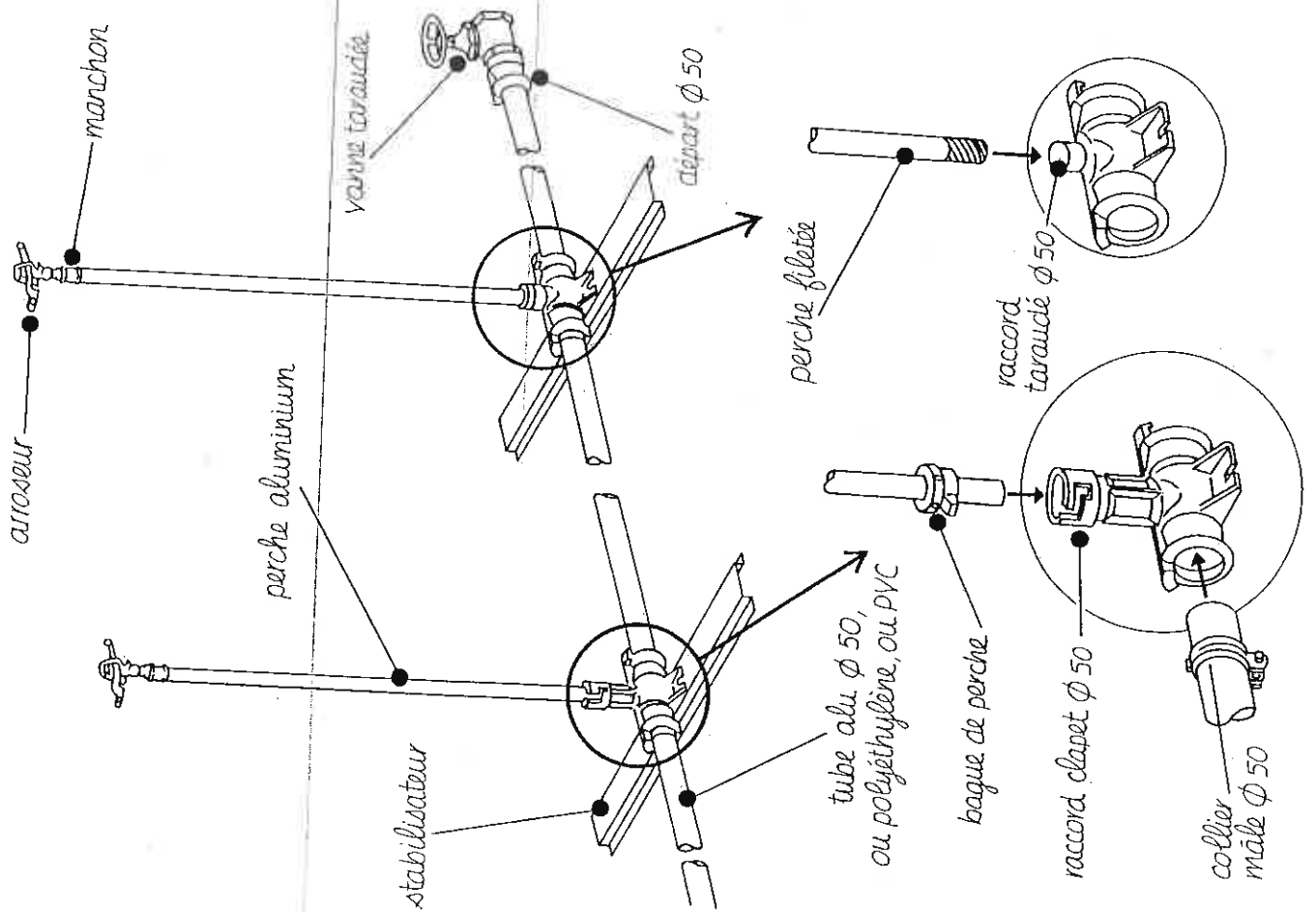
SCHEMA D'INSTALLATION :



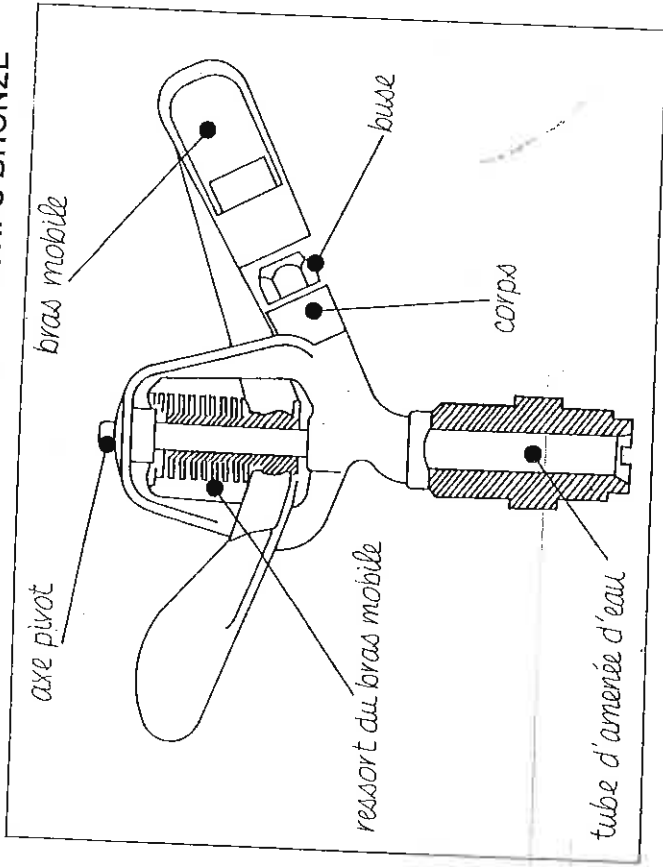
A - LES DIFFERENTES IMPLANTATIONS D'ARROSEURS



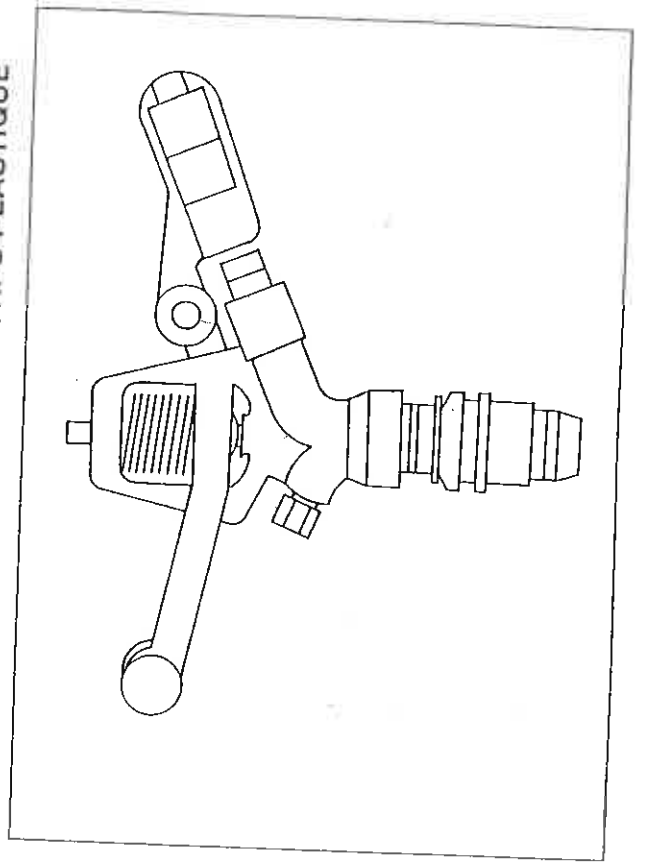
B - SCHEMA DE MONTAGE D'UNE RAMPE D'ASPERSEURS



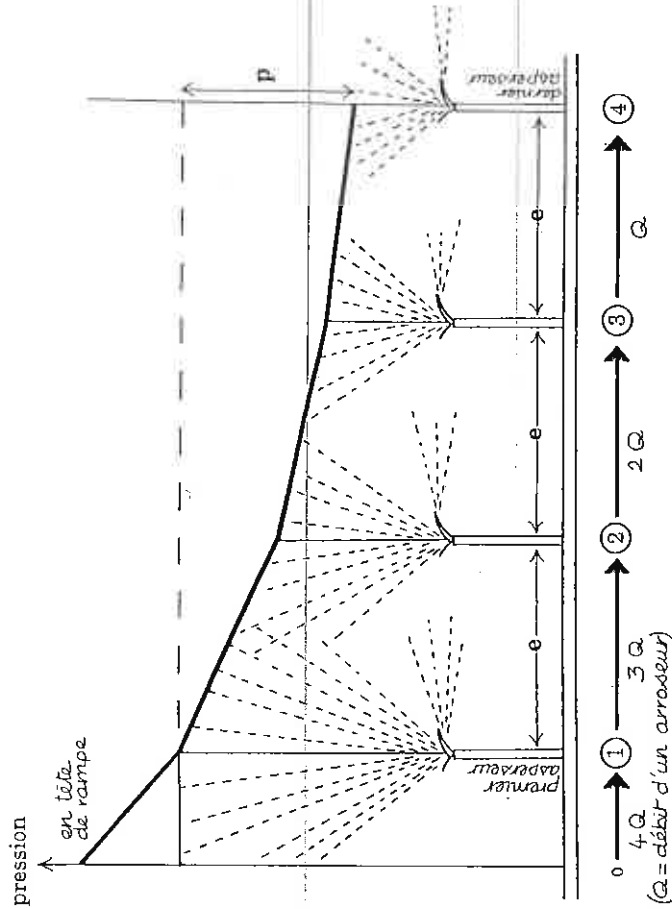
B1 - ARROSEUR SIMPLE BUSE - CORPS BRONZE



ARROSEUR DOUBLE BUSE - CORPS PLASTIQUE



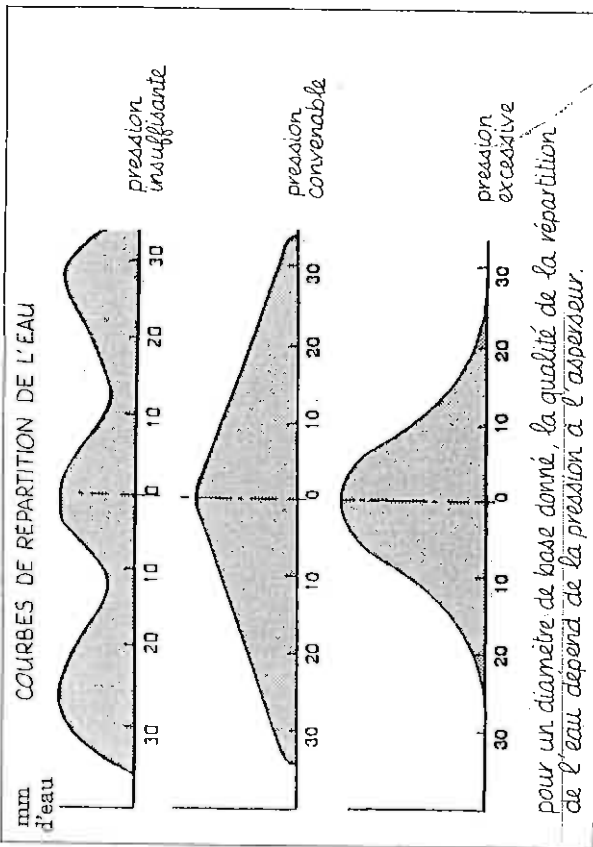
C - PERTE DE PRESSION DANS UNE RAMPE MUNIE D'ARROSEURS



D - RELATION ENTRE DIAMETRE DE LA BUSE ET QUALITE DU JET

DIAMETRE DE LA BUSE EN MM EN POUCE	PRESSION EN BAR	PORTEE EN M	DEBIT EN M ³ /H	PLUVIOMETRIE EN MM/H POUR CERCLE COMPLET	
				18 X 18	18 X 24
5,16 13/64"	3,5	16,5	1,96	6,04	4,53
	5,0	17,7	2,30	7,09	5,32
6,35 1/4"	3,5	17,8	2,98	9,19	6,89
	5,0	19,2	3,51	10,83	8,12

Pour un diamètre de buse donné, la qualité de la répartition de l'eau dépend de la pression à l'arroseur.



E - CHARGES EN MAIN D'OEUVRE

type d'équipement	système mobile ou semi mobile		quadrillage total		couverture intégrale	
	TEMPS DE MANUTENTION	DEBUT SAISON	TEMPS DE MANUTENTION	DEBUT SAISON	TEMPS DE MANUTENTION	DEBUT SAISON
	0 H 40	0 H 40	0 H 40	0 H 40	4 H	4 H
	0 H 40	0 H 40	3 H	3 H	3 H	3 H
	4 H 25	4 H 25	1 H 10	1 H 10	0 H 35	0 H 35
	27 H 50	27 H 50	14 H	14 H	10 H 30	10 H 30

* DEPLACEMENT : FERME - CHANTIER 10 mn. ALLER-RETOUR

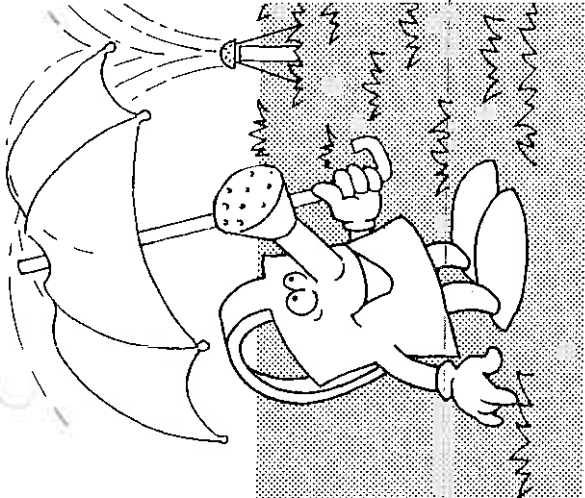
Cette brochure a pour objectif de présenter les données de base à partir desquelles l'irrigation peut être comprise et raisonnée.

En effet, ces données permettent, d'une part de déterminer dans quel type de matériel il convient d'investir ; d'autre part, de maîtriser la conduite de l'irrigation.

Elles s'appliquent à trois domaines, à savoir :

- Le rôle de l'eau dans la plante.
- Les relations de l'eau avec le sol et, en particulier, la capacité d'un sol à retenir l'eau, avant de céder cette eau à la plante.
- Les besoins en eau des cultures en fonction de la demande climatique et du stade végétatif (levée, floraison, grossissement des grains, ...).

Grâce à ces éléments : il sera possible de mieux conduire l'irrigation, c'est-à-dire de bien déterminer la dose, la fréquence et la durée des arrosages pour les deux grands types d'irrigation : l'aspersion et le goutte-à-goutte.



comprendre

et

raisonner

L'IRRIGATION

L'EAU EST INDISPENSABLE A LA PLANTE

On constate qu'en moyenne, pour produire 20 tonnes de matière sèche, une culture de maïs consomme 6000 m³ d'eau. Pour produire 1 kg de matière sèche, cette culture consomme donc en moyenne 300 kg d'eau.

Cette consommation hydrique est considérable. Le rôle joué par l'eau dans le végétal est varié et revêt une grande importance.

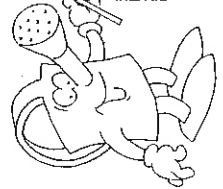
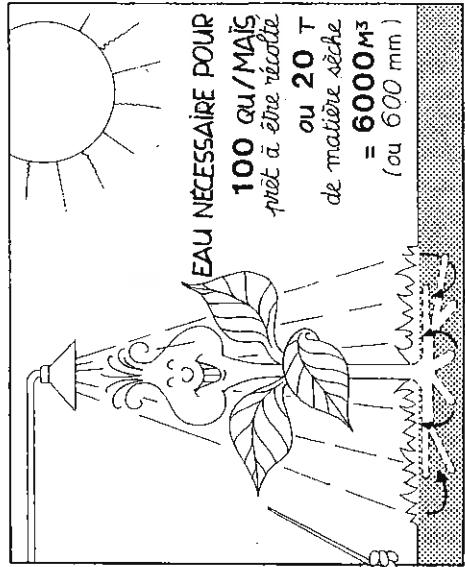
La plante absorbe l'eau du sol grâce aux poils absorbants des racines. Cette eau transite ensuite dans les tiges et s'évapore au niveau des feuilles grâce aux stomates (voir page 7) dont le rôle est comparable à celui des pores de notre peau.

Ce flux d'eau est essentiel à la nutrition minérale de la plante puisque les éléments minéraux du sol (azote, phosphore,

potassium, ...) sont absorbés, dissouts dans l'eau et transigent grâce à ce flux vers les parties en croissance. Une mauvaise alimentation en eau entraîne donc une alimentation minérale déficiente.

Pour avoir une activité physiologique importante, la cellule a besoin d'être suffisamment hydratée en permanence. Ceci est vrai en particulier au niveau des feuilles, où se réalise la photosynthèse qui permet la nutrition carbonée de la plante (voir page 6). Une mauvaise alimentation hydrique, c'est-à-dire en eau, entraîne une diminution de la photosynthèse, donc de la croissance.

En s'évaporant au niveau des feuilles, l'eau joue le rôle de régulateur thermique ; ce qui explique la fraîcheur que l'on ressent à l'ombre des arbres l'été.


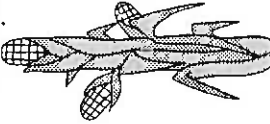
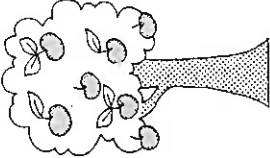
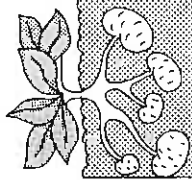


CHAQUE CULTURE A UNE CONSOMMATION EN EAU QUI LUI EST PROPRE

Pour un climat donné et au cours d'un cycle de production complet, chaque espèce, voire chaque variété d'une même espèce, a une consommation hydrique par ha qui lui est propre.

Ces différences sont, non seulement, liées à la quantité de matière sèche produite par ha, mais aussi à la physiologie propre à chacune des espèces considérées.

QUANTITE TOTALE POUR UNE SAISON

			
MAIS EN VERT	MAIS GRAIN	POMMIER	POMME DE TERRE
600 mm	600 mm	600 - 700 mm	250 - 300 mm
6000 m ³ /ha	6000 m ³ /ha	6000 - 7000 m ³ /ha	2500 - 3000 m ³ /ha



LES BESOINS EN EAU D'UNE CULTURE VARIANT SELON LE STADE DE VEGETATION

En règle générale, les besoins des cultures vont croissant du départ en végétation jusqu'au stade où la surface en feuilles de la culture est maximale pour diminuer ensuite.

Chaque stade physiologique peut être caractérisé par un coefficient cultural Kc (voir page 16) qui traduit l'importance des besoins de la culture à un stade donné en fonction de la demande climatique.

exemple du maïs:

KC	0,6	0,8	1,15	1,15	0,9
SEMIS					
		STADE GENOU		FLORAISON FEMELLE	GRAIN LAITEUX
					GRAIN PATEUX



ENTRE LE SOL ET L'ATMOSPHERE L'EAU CIRCULE CONSTAMMENT

Le sol est le passage obligé de l'eau avant que celle-ci ne soit absorbée par la plante.

Cependant, l'ensemble de l'eau fournie au sol par les précipitations et l'irrigation n'est pas utilisable par la culture.

Lors de fortes précipitations ou après une dose d'irrigation trop importante, une partie de l'eau traverse directement la couche supérieure du sol colonisée, c'est-à-dire occupée par les racines, pour rejoindre les horizons profonds et la nappe: il y a, par définition, **drainage**. Cette eau est perdue pour la culture.

En résumé :

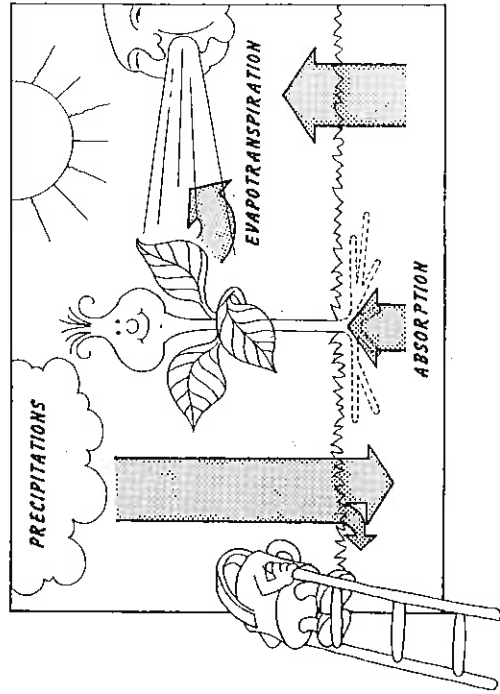
De même, si le sol est très sec ou tassé en surface et si la parcelle est en pente, une partie de l'eau qui arrive au sol ruisselle en surta-

ce sans pénétrer.

L'eau qui échappe aux phénomènes de ruissellement et de drainage est stockée par le sol avant d'être consommée par les plantes ou s'évapore directement depuis la surface du sol.

L'**évapotranspiration** est une donnée utilisée pour calculer la consommation hydrique de la culture. Elle représente en fait, l'eau réellement consommée, donc **transpirée**, par les plantes, plus l'eau qui **s'évapore** directement depuis la surface du sol.

Transpiration + Evaporation = Evapotranspiration (ETP)
de la culture du sol



On voit donc que l'irriguant devra tout mettre en oeuvre pour limiter les pertes par ruissellement et drainage: il peut également essayer de diminuer l'évaporation de l'eau directement à partir du sol en effectuant un binage, en couvrant le sol avec un écran (film plastique) ou en limitant la surface du sol arrosée (irrigation localisée).



LA PLANTE A BESOIN DE LUMIERE POUR SE DEVELOPPER ET PRODUIRE. C'EST LA PHOTOSYNTHESE.

Contrairement aux animaux, les plantes sont capables de tirer une partie de leur subsistance directement de l'air en utilisant le carbone contenu dans le gaz carbonique (CO₂).

A partir du gaz carbonique, de l'hydrogène de l'eau (H₂O) et des éléments minéraux absorbés par les racines (Azote, Phosphore, Potassium, Magnésium, Soufre, ...) la plante synthétise des corps complexes dits "organiques". Ceci revient à dire que la plante combine tous ces éléments entre eux pour en constituer de nouveaux, qui composent la feuille, la plante et le fruit.

Ce sont ces composés organiques qui, diversément arrangés, constituent les différents tissus des plantes.

Pour réaliser ces synthèses, les plantes ont besoin d'énergie. C'est grâce à la chlorophylle,

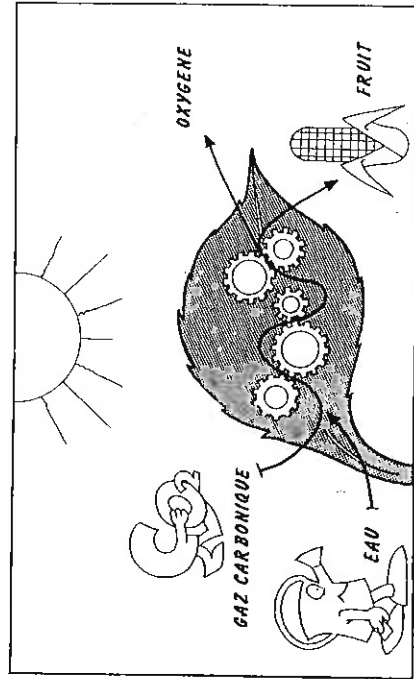
pigment photorécepteur situé dans les cellules des feuilles, que les plantes captent l'énergie lumineuse dont elles ont besoin.

En simplifiant, on peut dire que, lors de la photosynthèse, des molécules d'eau sont brisées et que le gaz carbonique (CO₂) se lie à l'hydrogène (H) de l'eau pour former des composés à base de carbone, d'hydrogène et d'oxygène : C, H et O.

L'oxygène O des molécules d'eau (H₂O) brisées retourne dans l'atmosphère. Durant la photosynthèse la plante absorbe donc du gaz carbonique CO₂ et rejette de l'oxygène O₂.

Lors de synthèses ultérieures, d'autres corps comme l'Azote, le Phosphore ... pourront s'ajouter aux composés à base de C, H et O pour former tous les "matériaux" dont la plante a besoin pour sa croissance.

LA PHOTOSYNTHESE, USINE VERTE



Pour que la photosynthèse puisse se dérouler dans de bonnes conditions, il est nécessaire que la plante bénéficie d'un ensoleillement et d'une température adéquats et que son alimentation hydrique ne soit pas déficiente.

6

LA PLANTE A LE POUVOIR D'OUVRIR OU FERMER SES "FENETRES" APPELEES STOMATES. CE PROCESSUS S'APPELLE LA REGULATION STOMATIQUE.

Comme nous l'avons vu en page 5, l'eau absorbée par les racines s'évapore au niveau des feuilles par des pores appelés stomates.

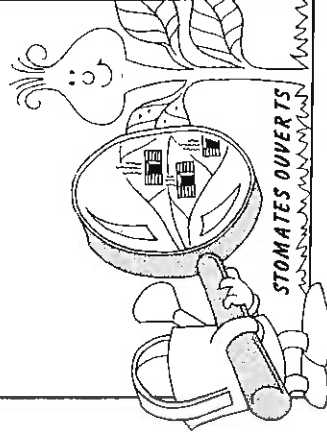
La plante peut réguler l'ouverture et la fermeture de ses stomates.

Si la demande climatique est forte (température élevée, vent), une plante qui a des difficultés pour s'alimenter en eau dans un sol sec, réduira sa transpiration en diminuant l'ouverture de

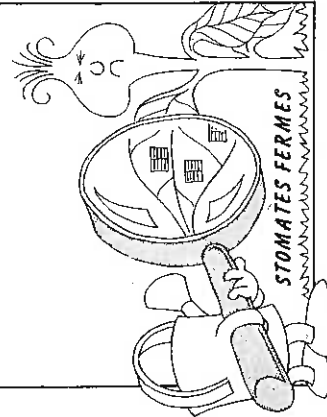
ses stomates ; ceci afin de limiter des pertes en eau qui ne pourraient pas être compensées par une absorption d'eau par les racines (sinon la plante se déshydraterait).

Il en résulte une diminution du flux hydrique dans la plante et de l'activité physiologique des cellules, une réduction de l'activité photosynthétique, des risques de brûlure et, à terme pour la culture, une baisse de rendement.

TEMPERATURE NORMALE
EAU SUFFISANTE
→ BON RENDEMENT



TEMPERATURE ÉLEVÉE
MANQUE D'EAU
→ BAISSÉ DE RENDEMENT



7

L'EAU CIRCULE DANS LE SOL ET LE SOL RETIEN L'EAU PLUS OU MOINS FACILEMENT SELON SA NATURE.

Dans le sol, les particules élémentaires de sable et de limon sont cimentées par l'argile et l'humus ; et forment des agrégats.

A l'intérieur de ces agrégats, et entre les agrégats eux-mêmes, existent des vides. L'ensemble de ces vides constitue la porosité du sol.

C'est dans la porosité du sol que circulent l'eau et l'air. En général, l'eau et l'air se partagent, dans des proportions variables, la porosité du sol.

Lorsque l'ensemble de la porosité du sol est rempli par l'eau, on dit que le sol est saturé d'eau. C'est une situation qui n'est pas favorable à la culture car les racines ont besoin de l'oxygène de l'air pour vivre ; si le sol reste

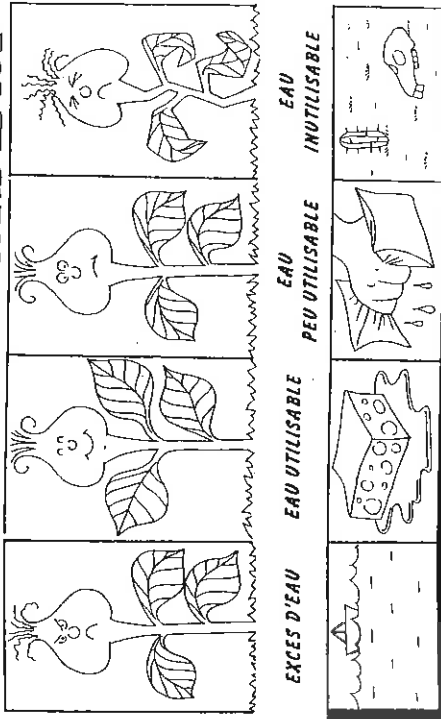
saturé en eau pendant une longue période la plante dépérit (sols imperméables).

Dans un sol perméable, l'eau située dans les pores du sol les plus gros (**macroporosité**) circule rapidement, traverse la couche de sol colonisée par les racines et rejoint les couches profondes et la nappe (eau de gravité) ; il y a drainage naturel.

L'eau située dans les pores les plus fins (**microporosité**) est fortement retenue par le sol et échappe au phénomène de drainage.

On voit donc que les sols, dans lesquels la microporosité sera importante (sols argileux), retiendront beaucoup d'eau et qu'inversement les sols à faible microporosité (sols sableux) auront une capacité de rétention faible.

DISPONIBILITÉ DE L'EAU DANS LE SOL



LA PLANTE NE PEUT PAS ABSORBER PLUS DE LA MOITIÉ DE L'EAU CONTENUE DANS LE SOL

Malheureusement pour la plante, toute la réserve d'eau retenue par le sol ne lui est pas disponible.

En effet, dans les pores les plus fins, l'eau est très fortement retenue par le sol et la plante n'a pas les capacités de l'absorber. En fait, seulement 50% (environ) de la capacité de rétention d'un sol est utilisable par la culture.

Lorsque la culture a consommé cette réserve utile et que la demande climatique reste importante, la plante se flétrit et meurt. On dit que l'on a atteint le point de flétrissement. L'ensemble de l'eau retenue dans cette réserve

utile n'a pas toute la même disponibilité pour la culture.

Lorsque environ les 2/3 de la réserve utile du sol ont été consommés par la plante, on constate que celle-ci commence à avoir des difficultés pour s'alimenter en eau. Elle diminue sa transpiration et son activité physiologique. A terme, on constate une baisse de rendement sur la culture.

Les 2/3 de la réserve utile consommés en priorité par les plantes constituent la Réserve Facilement Utilisable (RFU), le 1/3 restant représente la Réserve dite "de Survie".

L'EAU DANS LE SOL



L'irrigant devra veiller à reconstituer la RFU du sol avant que celle-ci ne soit vide, pour ne pas limiter le potentiel de rendement.

LA PLANTE ABSORBE L'EAU EN PLUS OU MOINS GRANDE QUANTITE SELON LA NATURE DU SOL

Le sol ne peut retenir qu'une certaine quantité d'eau. Une partie seulement de cette quantité peut être utilisée par les cultures sans compromettre les rendements (RFU).

Trois critères déterminent la quantité d'eau utilisable pour un sol donné :

- sa texture
- sa structure
- la profondeur d'enracinement de la plante.

DISPONIBILITÉ DE L'EAU DANS LE SOL

NATURE DU SOL	COMPOSITION EN %		RESERVE FACILEMENT UTILISABLE				
	ARGILES	LIMONS	SABLES	PROFONDEUR D'ENRACINEMENT DE :			
				30 cm	50 cm	80 cm	
SABLE LIMONEUX	5	30	65	20 mm	35 mm	55 mm	80 cm
LIMON SABLEUX	5	60	35	25 mm	45 mm	70 mm	
SABLE LIMONO-ARGILLEUX	15	30	55	25 mm	45 mm	70 mm	
LIMON ARGILLO-SABLEUX	15	60	25	30 mm	50 mm	80 mm	
ARGILLE LIMONO-SABLEUX	25	30	45	35 mm	55 mm	90 mm	
ARGILLE LIMONEUX				40 mm	60 mm	100 mm	



LA DISPONIBILITE DE L'EAU POUR LA PLANTE DEPEND DE LA TEXTURE du SOL

Les sols sont constitués de grosses particules (sables), de particules moyennes (limons) et de particules très fines (argiles).

Les proportions respectives de sable, de limon et d'argile déterminent la texture du sol. Cette texture a une grande influence sur la quantité d'eau qu'un sol peut retenir. La texture détermine aussi la proportion de cette eau ainsi retenue par le sol et qui sera effectivement disponible pour les plantes.

Inversement, lorsque l'on irrigue un sol argileux (dit sol "lourd"), l'eau pénètre lentement dans le sol et le traverse lentement. Les sols à texture fine retiennent une grande quantité d'eau.

Réserve Facilement Utilisable

Calcul de la R.U. et de la R.F.U. d'un sol en mm par cm à partir de l'analyse de terre

Il faut connaître :

- Da : densité apparente du sol (voisine de 1,5)
- Tf : taux de terre fine en %
- A : quantité d'argile en %
- L : quantité de limon fin en %

Si A est inférieur à 19 : $R.U. = \frac{Da}{10} \times \frac{Tf}{100} \times \frac{(0,51A + 0,14Lf + 7,35)}{2}$

Si A est supérieur à 19 : $R.U. = \frac{Da}{10} \times \frac{Tf}{100} \times \frac{(0,59A + 0,16Lf + 5,47)}{2}$

- Si la quantité de matière organique du sol (MO) est supérieure à 3 %, on ajoute à la valeur entre parenthèses le correctif suivant : + 0,9 (MO - 1).

Ayant déterminé R.U., on a : R.F.U. en mm/cm = 23 x R.U. mm/cm (voir page 9).

Soit Z la profondeur d'enracinement de la culture en cm, la R.F.U. prise en compte pour l'irrigation est de :

$$R.F.U. = (23 \times R.U.) \times Z$$



CALCUL DE LA RFU A PARTIR D'UNE ANALYSE de TERRE

% Terre fine	90,5
% Argiles	16,8
% Limons	21,4
% Sables très fins	26,1
% Sables fins	24,2
% Sables grossiers	11,7
Indice de battance (A/L+STF)	0,05
% Calcaire total	31,7
PH (eau)	8,2
% Calcaire total du sous-sol	30,8
Fer facilement extractible (mg/kg)	
Indice du Pouvoir Chlorosant (IPC)	
% Matière organique	1,77
% Azote total	0,124
Rapport Carbone/Azote (C/N)	8,3
% Acide phosphorique assimilable (méthode Joret-Hébert)	0,13
Concentration de la solution du sol en phosphore (mg P/litre)	0,05
Pouvoir absorbant du sol à l'égard du phosphore	(réduit) 67,9 % 0,77 - 4,14
Éléments changeables	
- Potasse	K ₂ O
- Magnésie	MgO
- Chaux	CaO
- Soude	Na ₂ O
- Manganèse	(mg/kg)
CUIVRE extractible	- mg/kg
ZINC extractible	- mg/kg
BORE Soluble	- mg/kg
Densité apparente estimée : 1,5	

$$RU = \frac{1,5}{10} \times \frac{90,5}{100} \times \frac{(0,51 \times 16,6 + 0,14 \times 21,4 + 7,35)}{2}$$

$$RU = 1,27 \text{ mm / cm de sol}^*$$

- * 1,5 : Densité apparente
- * 90,5 : Pourcentage de terre fine
- * 0,51 : Coefficient établi en laboratoire.
- * 16,6 : Pourcentage argile.
- * 0,14 : Coefficient établi en laboratoire.
- * 21,4 : Pourcentage de limon.
- * 7,35 : Coefficient établi en laboratoire.
- * 1,27 mm/cm = 1,27 mm de RU par cm d'épaisseur

Dans le cas correspondant à cette analyse de terre
 $RFU = 2/3 \times RU = 0,85 \text{ mm par cm de profondeur de sol.}$
 Pour une profondeur d'enracinement de la culture considérée de 30 cm, la RFU est égale à $0,85 \times 30 = 25,5 \text{ cm}$



12

LA DISPONIBILITE DE L'EAU POUR LA PLANTE DEPEND DE LA STRUCTURE du SOL

La manière dont les particules élémentaires d'un sol sont assemblées caractérise sa **structure**.

Si la structure est lamellaire ou compacte, l'eau et l'air circulent mal dans le sol et les racines explorent difficilement le volume qui leur est offert : ces structures sont défavorables à l'alimentation hydrique de la plante.

C'est dans les sols à structure grumeleuse stable où la microporosité et la macroporosité sont importantes, que l'alimentation hydrique des cultures est la meilleure.

Par un bon travail du sol et un apport régulier de matière organique, on favorise la stabilité de la structure et l'enracinement des plantes d'où une meilleure alimentation hydrique des cultures.

ELLE DEPEND AUSSI DE LA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT

Plus le sol est profond, plus, a priori, la plante pourra exploiter une réserve hydrique importante (voir le tableau de la page 10).

Cependant, il peut arriver que certaines couches soient mal exploitées par les racines (semelle de labour, nappe d'eau, couche imperméable ...).

Dans tous les cas, on calculera la R.F.U. en prenant en compte la profondeur du sol **effectivement colonisée par les racines**.

Il est possible de connaître cette profondeur en effectuant ce qu'on appelle un profil cultural.



13

L'EAU CIRCULE DANS LE SOL DE HAUT EN BAS - DE BAS EN HAUT MAIS AUSSI DANS LE SENS TRANSVERSAL

Dans le sol, l'eau est soumise à deux types de forces :

- la force de gravité (pesanteur) qui attire l'eau vers le bas,
- les forces de capillarité (les capillaires sont des pores très fins).

Dans les pores les plus gros (macroporosité), l'eau est soumise essentiellement à la force de gravité et circule de haut en bas (drainage lorsque le sol est saturé d'eau).

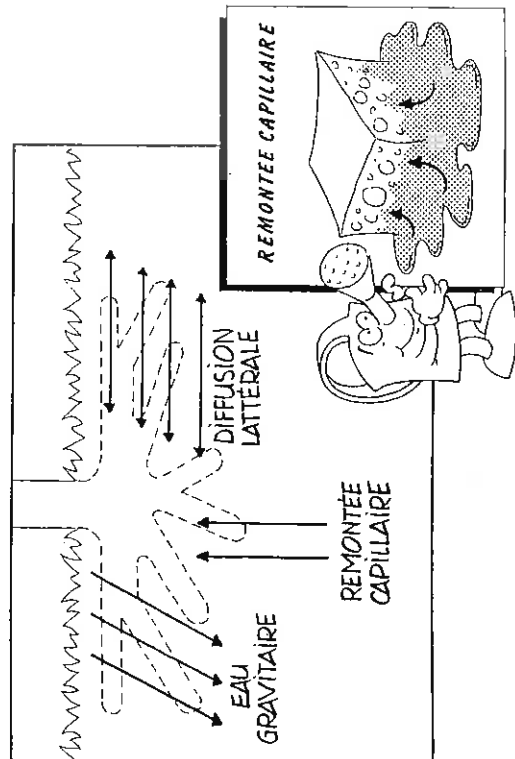
Dans les pores les plus fins (microporosité), l'eau est soumise aux forces de capillarité (adhésion de l'eau aux parois des pores) et circule des pores les plus humides vers les pores les plus secs.

On voit donc que, si dans la macroporosité l'eau suit toujours le sens du haut vers le bas,

dans la microporosité il n'y a pas, à priori, de sens préférentiel. L'eau peut tout aussi bien monter ou diffuser latéralement, que descendre.

C'est ce phénomène de diffusion capillaire qui est utilisé en micro-irrigation : les débits des goutteurs étant très faibles, il n'y a jamais saturation du sol (sauf de façon très localisée sous le goutteur) et l'eau circule dans la microporosité du sol. Si l'irrigation est bien conduite, il n'y a pas de direction préférentielle, d'où la forme arrondie des bulbes.

Lorsque la nappe est peu profonde et dans des sols suffisamment argileux, on peut avoir, grâce au phénomène des remontées capillaires depuis la nappe, une alimentation hydrique supplémentaire non négligeable pour la culture.



LA DEMANDE CLIMATIQUE INDIQUE LA QUANTITE D'EAU DONT LA PLANTE A BESOIN A UN MOMENT DONNE

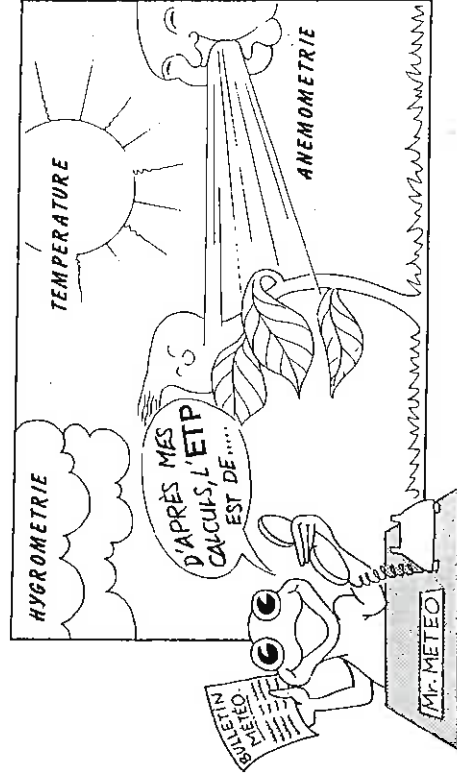
L'ETP (Evapo Transpiration Potentielle) est la quantité d'eau évaporée par un couvert végétal continu et régulier. L'ETP de base, indiquée par la météo, est calculée sur une culture qui sert de référence, à savoir la fétuque. La demande climatique est représentée par l'ETP qui, elle-même, dépend de quatre données de base :

- Hygrométrie (quantité d'eau contenue dans l'atmosphère)
- Anémométrie (vitesse du vent)

- Température
- Durée d'ensoleillement (nombre d'heures d'ensoleillement par jour).

L'ETP est d'autant plus forte que l'air est sec, le vent fort, la température élevée et l'ensoleillement long.

L'ETP nous est donnée par la Météorologie Nationale et ceci en mm.



LE BESOIN EN EAU DE LA PLANTE VARIE SELON LES CULTURES ET LES STADES DE VEGETATION

Ce transfert de l'eau dans la plante est fonction de la demande climatique (voir page 15), des disponibilités du sol et du couvert végétal. L'ETP est une valeur brute que l'on corrige d'un coefficient cultural (Kc). Celui-ci dépend de la culture et de son stade végétatif.

$$ETM = ETP \times Kc$$

L'ETM (Evapo Transpiration Maximum) tient donc compte de l'état du couvert végétal (type de culture et stade végétatif).

Exemple du Maïs :

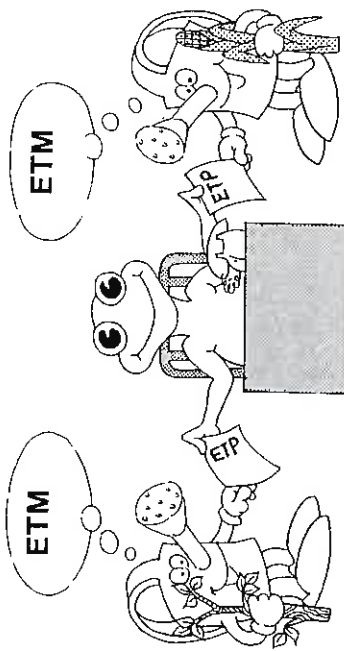
Stade genou : Kc = 0.8
Stade floraison : Kc = 1.1

Si, au jour considéré, l'ETP indiquée par la météo est de : x ... l'ETM du maïs sera ce même jour de :

x (ETP) x 0,8 (coefficient cultural, s'il est au stade genou)

x (ETP) x 1,1 (coefficient cultural s'il est au stade floraison).

EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE
X COEFFICIENT CULTURAL Kc
= EVAPOTRANSPIRATION MAXIMUM



16

L'IRRIGATION CONSISTE A APPORTER A LA PLANTE L'EAU DONT ELLE A BESOIN A UN MOMENT DONNE

Il existe différentes méthodes qui permettent d'apprécier de manière journalière ou hebdomadaire la nécessité d'apports complémentaires d'eau aux plantes par irrigation.

Le bilan hydrique : Cette méthode permet une appréciation théorique à un instant donné de la quantité d'eau effectivement contenue dans le sol.

Elle fait appel à l'ETM et à la pluviométrie, ce qui nécessite d'avoir un pluviomètre afin de mesurer les quantités d'eau effectivement tombées.

Ce bilan, en relation directe avec le sol (RFU), permettra de déterminer la quantité d'eau à apporter, ainsi que le moment auquel elle doit l'être (voir page 9).

Les pages suivantes indiquent :

en page 18 : un exemple concret de bilan hydrique.

en page 19 : un cadre vierge pouvant servir à établir un bilan hydrique correspondant à la situation de chaque agriculteur.

je constate...		je décide...													
<table border="1"> <tr> <td>RÉSERVE FACILEMENT UTILISABLE 35%</td> <td>RÉSERVE DIFFICILEMENT UTILISABLE 15%</td> <td>RÉSERVE INUTILISABLE 50%</td> </tr> </table>	RÉSERVE FACILEMENT UTILISABLE 35%	RÉSERVE DIFFICILEMENT UTILISABLE 15%	RÉSERVE INUTILISABLE 50%	<table border="1"> <tr> <td>1. 35%</td> <td>15</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>2. 35%</td> <td>15</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>3. 35%</td> <td>15</td> <td>50%</td> </tr> </table>	1. 35%	15	50%	2. 35%	15	50%	3. 35%	15	50%		<ol style="list-style-type: none"> IRRIGATION DIFFÉRÉE IRRIGATION IMMÉDIATE IRRIGATION MAJORÉE
RÉSERVE FACILEMENT UTILISABLE 35%	RÉSERVE DIFFICILEMENT UTILISABLE 15%	RÉSERVE INUTILISABLE 50%													
1. 35%	15	50%													
2. 35%	15	50%													
3. 35%	15	50%													

quantité d'eau stockée dans le sol

17

BILAN HYDRIQUE REEL

CULTURE : MAIS
 * Réserve Utile : comprise entre 65 et 80 mm
 * R.F.U. : comprise entre 40 et 45 mm
 * Dose : 35 mm à 40 mm maximum
 Tour d'eau : 7 jours

Le Bilan Hydrigue est établi en fonction du tour d'eau. Dans cet exemple il est de 7 jours.

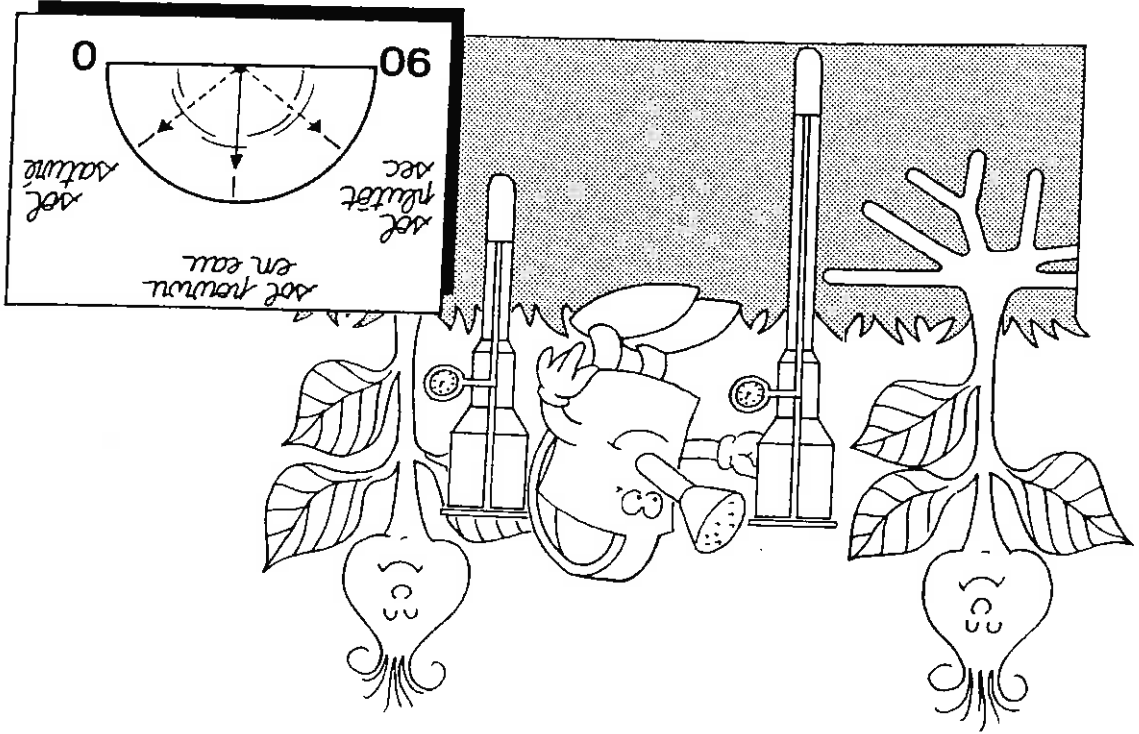
Si votre tour d'eau est différent (5 - 10 jours etc...), demander le tableau correspondant au technicien Irrigation. En effet le nombre de colonnes pour chaque mois sera différent. Par exemple : pour un tour d'eau de 5 jours, il y aura dans le mois, 6 périodes de 5 jours, donc 6 colonnes.

* Ces chiffres correspondent à des sols de plaine alluviale. Par exemple : Est-Lyonnais ou Plaine de l'Ain.

Méthode d'enregistrement		MOIS							JUILLET							
1) Recueillir l'ETP auprès du poste Météo le plus proche		Semaines	1	2	3	4	5	6	7								
2) Rechercher le coefficient de développement culturel (KC) concernant la culture.		1) ETP	20	22	17	23	25	28	24								
3) Calculer $ETP \times K = ETM$		2) K (Coeff. culturel)	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7								
4) Enregistrer les pluies tombées pendant la période (P)		3) $ETM = K \times ETP$	10	13,2	10,2	15	16	19,6	16,8								
5) Faire le bilan P - ETM		4) Pluies	5	0	41	-	6	-	12								
6) Réserve Utile (RU) en début de la saison. Par ex. on considère la Réserve pleine au 1er mai.		5) Bilan climatique : Excédent			30,8												
7) Réserve Facilement Utilisable (RFU) début de saison (environ 2/3 de la R.U.).		6) RU début de la période	60	55	41,8	60	45	35	15,4								
8) Irrigation		7) RFU Début de la période (avant l'irrigation)	40	35	21,8	40	25	15	-4,6								
9) Réserve Facilement Utilisable (RFU) début de saison (environ 2/3 de la R.U.).		8) Déficit climatique	5	13,2	30,8	15	10	19,6	4,8								
10) On commence le bilan d'eau dans le sol (ici RU = 60 - 5 mm = 55 mm)		9) RFU après irrigation et fin de période	35	21,8	40	25	15	-4,6	10,6								
11) La Réserve Utile ne dépasse pas la capacité de 60 mm. La Réserve Facilement Utilisable ne dépasse pas 40 mm. L'excédent est en partie perdu par ruissellement ou percolation, ce qui explique la différence.		10) RFU fin de la période	55	41,8	60	45	35	15,4									
12) On aurait dû anticiper en déarrant l'irrigation avec un apport de 20 mm d'eau. Si le choix vous semble difficile à faire, aidez-vous également de tensiomètres (le stock de - 4,6 mm peut ne pas être compensable).		11) RFU fin de la période	35	21,8	40	25	15	-4,6									

REMARQUES :
 La Réserve Utile ne dépasse pas la capacité de 60 mm.
 La Réserve Facilement Utilisable ne dépasse pas 40 mm. L'excédent est en partie perdu par ruissellement ou percolation, ce qui explique la différence.

S'il n'y a pas irrigation, le calcul de la RFU se fait selon les lignes 11 et 12 ci-après.



Plus le sol se dessèche, plus l'eau du tensiomètre tend à diffuser, c'est-à-dire à se répandre à travers la bougie et à mettre le tube en dépression ; s'il pleut ou si l'on irrigue le phénomène inverse se produit.

A raison de deux à trois tensiomètres par site, un pilotage des irrigations sera réalisé en appréciant des lectures faites sur le manomètre en fonction du type de sol et de l'enracinement des plantes.

Le tensiomètre permet d'apprécier l'évolution de la tension en eau du sol, donc indirectement, la quantité d'eau qu'il contient.

C'est un appareil simple, planté dans le sol et constitué de trois éléments essentiels :

- une bougie poreuse permettant l'échange d'eau avec le sol,
- une canne remplie d'eau assurant la liaison avec un vacuomètre (manomètre mesurant une dépression),
- le manomètre indiquant le degré de tension entre l'eau et le sol.

AUTRE METHODE POUR CONNAITRE LA QUANTITE D'EAU CONTENUE DANS LE SOL : CELLE DU TENSIONOMETRE

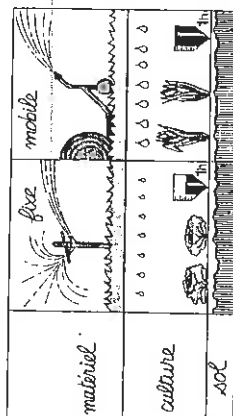
LA CONDUITE DE L'IRRIGATION CONSISTE A DETERMINER LA DUREE D'ARROSAGE, LA DOSE ET LA FREQUENCE (OU TOUR D'EAU)

DUREE D'ARROSAGE

La durée d'arrosage est fonction de la pluviométrie et de la dose d'irrigation. La pluviométrie, elle-même, dépend du matériel qui doit être choisi en fonction du type de sol, ainsi que des travaux effectués sur ce sol.

PLUVIOMETRIE HORAIRE

SELON MATERIEL

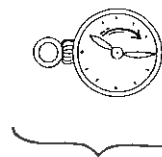


Il apparaît que plus le sol est perméable, plus courte sera la durée de l'arrosage, comme si le sol ressemblait à un entonnoir.

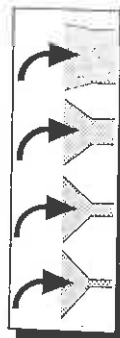
Cette durée dépend aussi du couvert végétal (sol nu ou en herbe), de la pente et de la culture.



- PERMEABILITE
Type de sol
Travail du sol
- COUVERT VEGETAL
- PENTE
- TYPE DE PLANTE



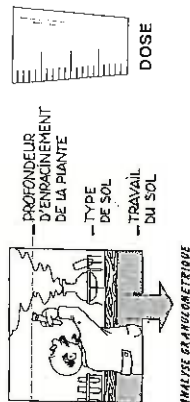
DURÉE DE L'ARROSAGE



DUREE D'ARROSAGE DOSE et FREQUENCE

La dose est la quantité d'eau à apporter par arrosage pour reconstituer le RFU (voir page 8). Elle dépend du type de sol et de la manière dont le sol a été travaillé. Ces deux indications sont obtenues par une analyse du sol dite "granulométrique". La profondeur d'enracinement de la plante conditionnera également la quantité d'eau requise pour chaque arrosage.

QUANTITE D'EAU PAR ARROSAGE



La fréquence (ou tour d'eau) est le rythme d'irrigation en fonction des besoins de la culture. Il s'agit de déterminer à quelle fréquence l'irrigation doit être déclenchée sur une même parcelle. Compte-tenu de la durée d'arrosage (voir page 21) et de la dose.

RYTHME D'IRRIGATION



BESOINS DE LA PLANTE	DOSE	CONDUCTION	FREQUENCE DE RETOUR
30	5 mm / jour	5 jours	6 jours
50	5 mm / jour	3 jours	10 jours
50	3 mm / jour	3 jours	17 jours



L'IRRIGATION LOCALISÉE

Edire 1

OU MICRO - IRRIGATION*

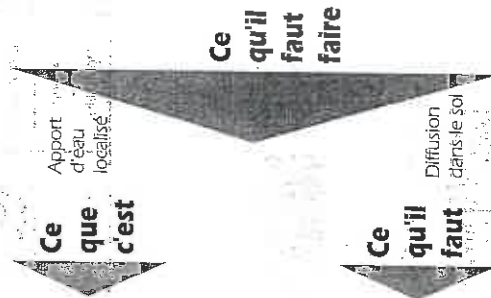
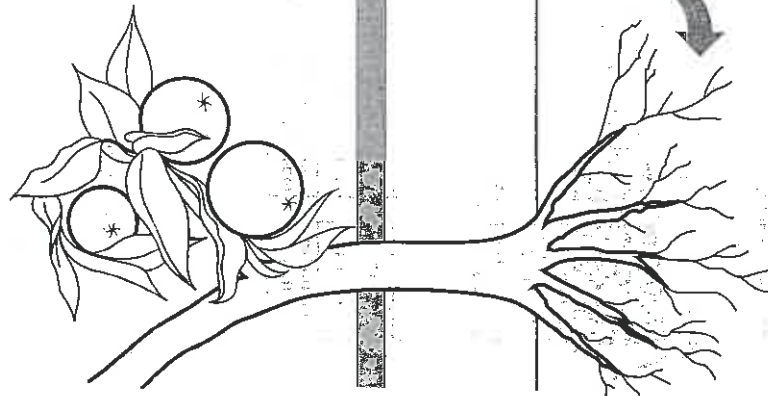


Figure 1.1

*Terminologie internationale

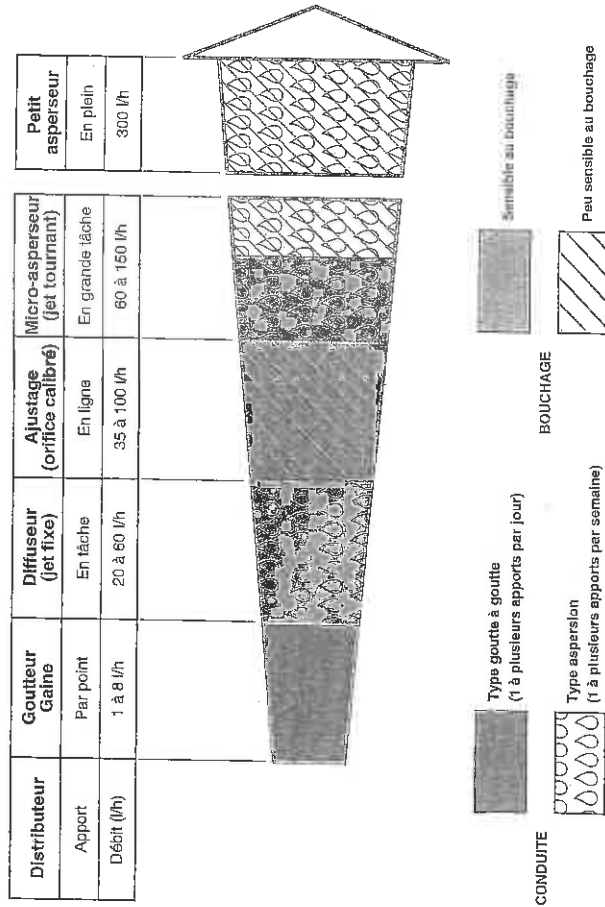
CE QU'EST

CE QUI LA CARACTÉRISE

- Narrose qu'une fraction du sol
- Utilise de faibles débits avec de faibles pressions
- Met en oeuvre des équipements fixes et légers
- Ne mouille pas le feuillage
- Convient bien à l'irrigation fertilisante
- Est totalement indépendante vis-à-vis des autres interventions sur la culture
- Impose dans la plupart des cas l'automatisation (car nécessite des apports fréquents et fractionnés).

surfaces de bnf pression, moles - tout petit fjs @ ptt, amorce @ patrif

La microirrigation



Thomas joue à Colmarion c'est joli

CE QU'IL FAUT

UN SYSTÈME ADAPTÉ

- au type de sol
- à la nature des cultures
- à la qualité de l'eau
- à la configuration de la parcelle à irriguer ← très important

On dispose pour cela :

- d'une gamme de matériels étendue (fiche n°2)
- qui a des performances variables (fiche n°3)
- qui permet un choix raisonné (fiche n°4)

UNE EAU PROPRE

Les faibles sections de passage de l'eau dans les distributeurs* obligent à utiliser de l'eau très propre.

- Il n'y a pas de garantie d'eau propre sans filtration
- La filtration doit être raisonnée selon l'origine de l'eau (fiche n°5).



ou



⊕ une eau est en surface, ⊕ il faudra la nettoyer

* les ajutages font exception à la règle : c'est une des raisons de leur utilisation, car ils se contentent d'une filtration sommaire.

"La pt-a bilisation pour les animaux"

CE QU'IL FAUT FAIRE

BIEN ETUDIER LE PROJET (fiche n°9)

POURQUOI ?

C'est une installation fixe

- mise en place pour toute la durée de la culture,
- difficilement modifiable si cela n'a pas été prévu au départ,
- coûteuse,
- qui ne peut être réalisée sans calculs techniques et économiques préalables, pour être adaptée aux besoins de l'exploitation :

Un devis doit forcément résulter d'une étude.

Le coût de l'installation ne doit pas être le critère prioritaire du choix.

Une installation qui n'assure pas le service attendu n'est pas rentable à l'usage.

COMMENT ?

- En définissant les besoins et la disponibilité en eau de l'exploitation,
- en raisonnant la disposition et les dimensions des équipements,
- en choisissant des matériels adaptés et performants.

Chaque jour la RFU domine et en ramène de l'eau en goutte à goutte → pas de stress hydrique
 On apporte de l'eau en goutte à goutte qu'en arrosant
ITALS bien meilleur rdt

MAIS AUSSI...

BIEN CONDUIRE LES ARROSAGES

Maintenir un même volume de sol humidifié (bulbe) pendant toute la saison d'irrigation :

- démarrer les irrigations sur un sol encore "frais" (donc plus tôt qu'en aspersion),
- maintenir l'irrigation à faible dose après une pluie,
- augmenter suffisamment les apports au fur et à mesure que l'on avance en période sèche, car la réserve de la partie non irriguée du sol s'épuise,

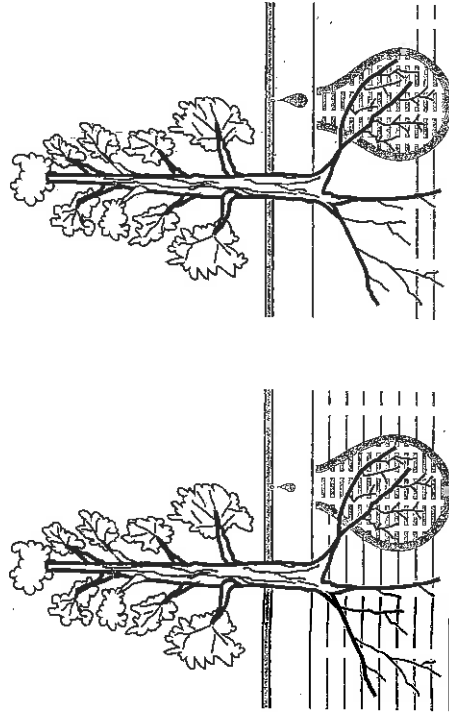


Figure 1.2

En début de saison, la conduite d'irrigation en eau pulvérisée est supérieure à celle du bulbe.

En fin de saison, le volume du sol humidifié est inférieurement à celui du bulbe.

- fractionner les apports pour éviter les percolations.

Des contrôles fréquents de l'état hydrique du sol permettent une conduite performante des arrosages.

L'automatisation facilite une bonne conduite de l'irrigation (fiche n°7).

ET...

BIEN ENTREtenir LE RÉSEAU

(fiche n°8)

La durée de vie et les performances du réseau dépendent directement des soins apportés à sa maintenance.

Nettoyer les filtres

Contrôler le débit des distributeurs

Photo 1.3

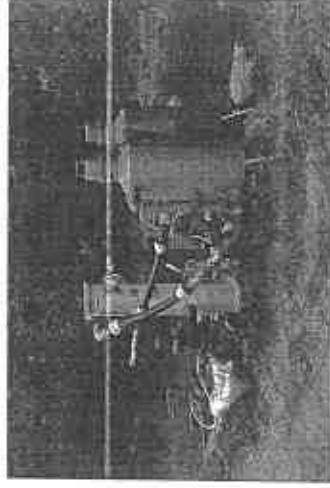


Photo 1.4

Purger les tampons en cours de campagne

Purger l'ensemble du réseau au moins en début et en fin de saison.

Des paramètres entrant
Pneumatique/soil
pour commander des syst. amens
(pompe, fertilisation)

en p irrig → on veut maintenir
la RFU, mais pas la saturer
≠ en aspersion → on sature
la RFU, et on la laisse se
vider pour la re-remplir

la mise irrig' c'est un type
de précision wash

Heure au tensionnelle

O chas → eau saturante

D chas → AC

198 chas → air (→ pas d'eau)

Les zones humides

Qu'est-ce qu'une zone humide ?

Plusieurs définitions

- **Définition de la Convention de Ramsar (1971)**

"Les zones humides sont des **étendues** de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux **naturelles** ou **artificielles**, **permanentes** ou **temporaires**, où l'eau est **stagnante** ou **courante**, **douce**, **saumâtre** ou **salée**, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas **six mètres**."

1

Qu'est-ce qu'une zone humide ?

- **Définition de la Loi sur l'Eau du 3 janvier 1992 (article 2)**

" On entend par zone humide les terrains **exploités** ou **non**, habituellement **inondés** ou **gorgés d'eau douce**, **salée** ou **saumâtre** de façon **permanente** ou **temporaire** ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des **plantes hygrophiles** pendant au moins une partie de l'année. "

2

Des exemples de zones humides



Herbier lacustre



Roselière



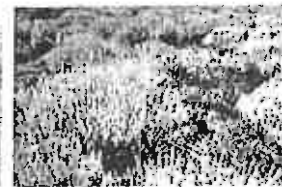
Tourbière



Pré salé côtier



Lagune



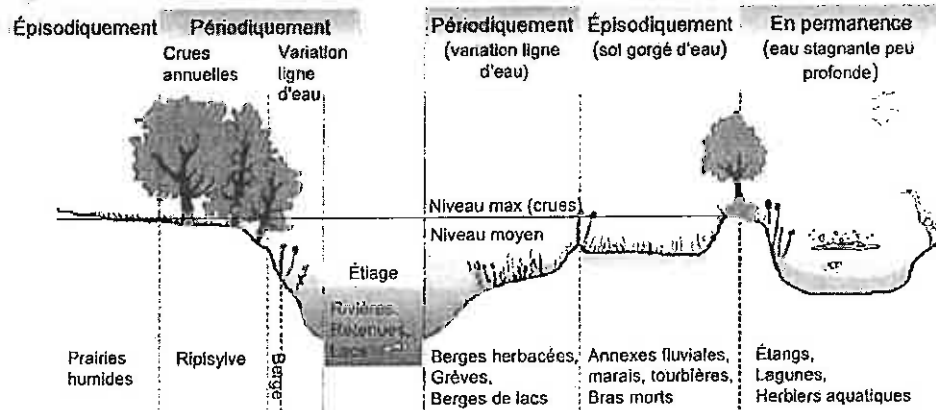
Sansouire

Photo : "Les Zones humides du Sud-Est de la France - Manuel pratique d'identification et de délimitation", ACHÉRAR M., VILLARET J-C

3

Comment fonctionne une zone humide ?

DES MILIEUX RECOUVERTS D'EAU...

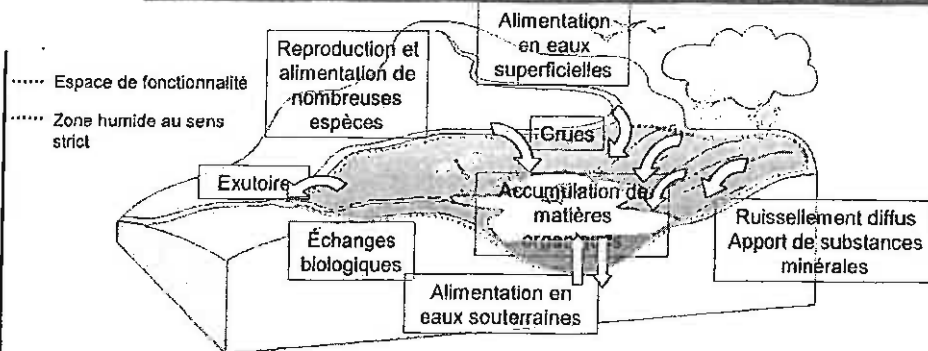


La zone humide joue un rôle d'**interface** entre la terre et l'eau

Croquis : "Les zones humides et la ressource en eau", guide technique Inrae agences, Etudes sur l'eau n°89

4

Comment fonctionne une zone humide ?



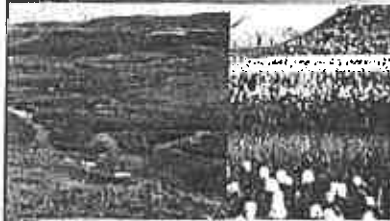
La zone humide possède un **fonctionnement intrinsèque**.
 Elle joue un rôle important dans tout l'hydrosystème dont elle dépend :
 impacts de l'amont sur la zone humide (espace de fonctionnalité)
 et impacts de la zone humide sur l'aval
C'est une infrastructure naturelle.

Croquis : "La zone humide et son espace de fonctionnalité", Note Technique SDAGE n°5

5

Fonctions naturelles et valeurs socio-économiques des zones humides

Les zones humides remplissent des **FONCTIONS NATURELLES**



En tant que... Infrastructure naturelle
 Milieu naturel

Les zones humides ont une **VALEUR SOCIO-ECONOMIQUE**



Photos : "Les Zones humides du Sud-Est de la France - Manuel pratique d'identification et de délimitation", ACHERAR M, VILLARET J-C
 "Les zones humides et la ressource en eau", guide technique Inter Agences, Etaltes sur l'eau n°20

8

Fonctions naturelles et valeurs socio-économiques des zones humides

FONCTIONS NATURELLES

Les zones humides assurent des fonctions concernant...

- La régulation hydraulique
- L'amélioration de la qualité des eaux
- Le maintien des écosystèmes d'une grande diversité et très productifs

7

Fonctions naturelles et valeurs socio-économiques des zones humides

FONCTIONS NATURELLES

La régulation hydraulique

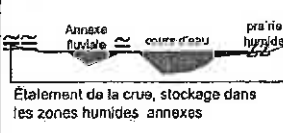
- Rétention de crues
 - Atténuation des crues par les zones humides grâce à l'effet "éponge" et à l'effet d'étalement
- Régulation des débits d'étiage
 - Soutien des débits d'étiage en stockant l'eau pendant la période pluvieuse et en la restituant lentement au cours d'eau (effet "éponge")
- Recharge des nappes
 - Recharge de la nappe par infiltration des précipitations ou des apports d'eaux superficielles dans le sol et stockage dans les couches perméables du sous-sol (effet "éponge")
- Échange de sédiments entre la zone humide et le cours d'eau
 - La zone humide située au bord des cours d'eau (ripisylves, prairies humides...) échange avec le cours d'eau des sédiments grossiers ou plus fins. Ceci participe au bon équilibre du cours d'eau.

Effet "éponge"



Stockage puis, quand les capacités de rétention sont saturées, restitution temporisée de tout ou d'une partie

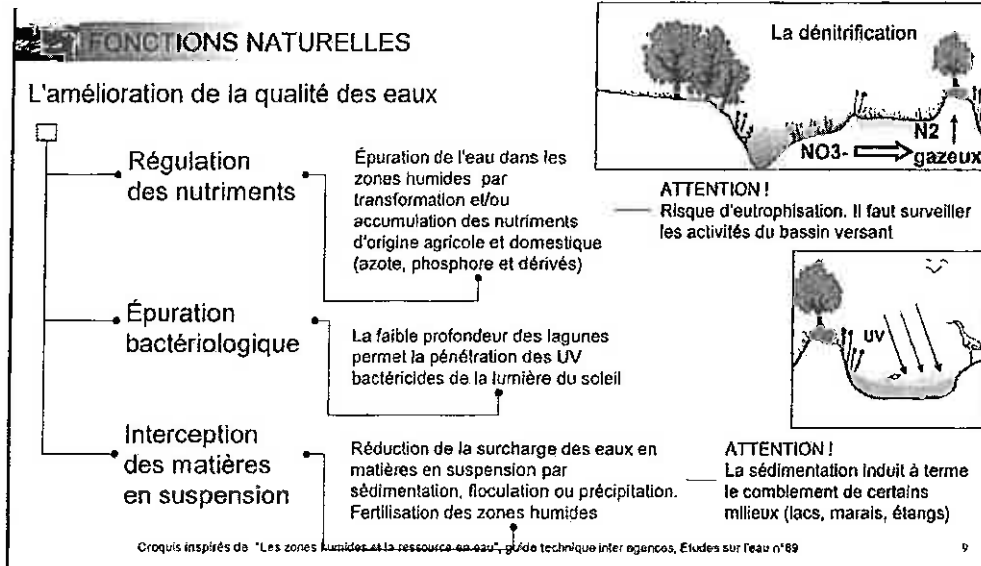
Effet d'étalement



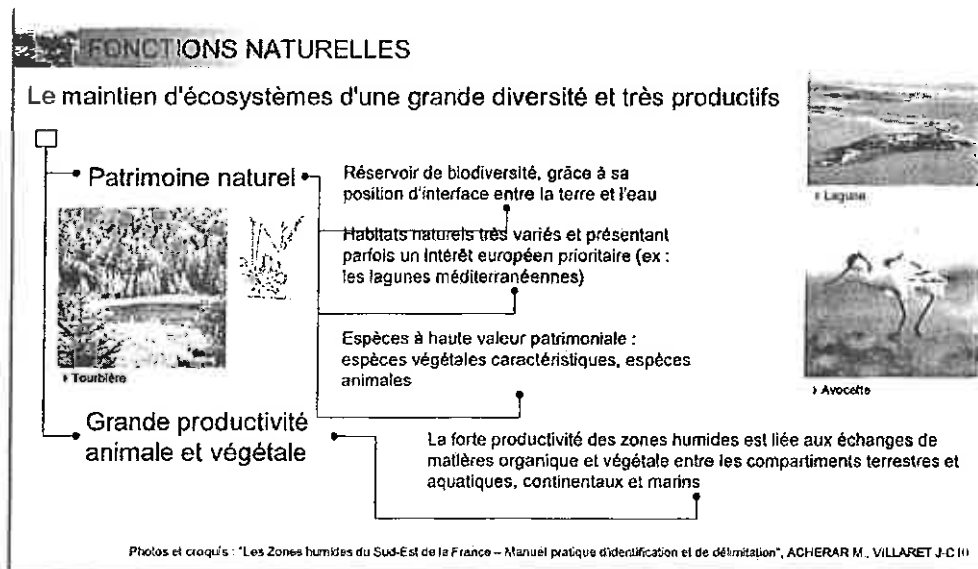
Étalement de la crue, stockage dans les zones humides annexes

8

Fonctions naturelles et valeurs socio-économiques des zones humides



Fonctions naturelles et valeurs socio-économiques des zones humides



Fonctions naturelles et valeurs socio-economiques des zones humides

FONCTIONS NATURELLES

Les zones humides assurent des fonctions concernant...

• La régulation hydraulique •

Rétention de crues
Régulation des débits d'étiage
Recharge des nappes
Échange de sédiments entre la zone humide et le cours d'eau

• L'amélioration de la qualité des eaux •

Régulation des nutriments
Épuration bactériologique
Interception des matières en suspension

• Le maintien des écosystèmes d'une grande diversité et très productifs •

Patrimoine naturel
Grande productivité animale et végétale

11

Pourvoyeuses d'eau.

Les zones humides sont une des clés de l'approvisionnement en eau potable à long terme. On les a qualifiées de «reins de la planète» en raison des processus naturels de filtration qui s'accomplissent lorsque l'eau les traverse. L'eau qui percole à travers la zone humide permet à la nappe souterraine de se recharger et lorsqu'elle atteint cette dernière, elle est généralement plus propre qu'à son arrivée dans la zone humide.

12

Régulatrices du débit.

De nombreuses rivières sont des sources fiables d'eau toute l'année parce qu'une partie de leur eau quitte le lit principal pour alimenter des tourbières, des marécages et des marais, situés dans le bassin versant.

Grâce aux zones humides, les précipitations de la saison humide s'écoulent plus lentement et la disponibilité de l'eau est prolongée en période sèche.

13

Garde-manger.

La plupart des poissons que nous mangeons dépendent des zones humides à certaines étapes de leur cycle de vie tandis que des millions d'herbivores domestiques et sauvages broutent les pâturages des zones humides.

Les zones humides sont l'habitat naturel de l'une des céréales alimentaires de base de la planète, le riz, dont la plupart des variétés se cultivent dans un habitat de zone humide modifié.

14

Nœuds du développement économique.

Dans le monde entier, aussi bien dans les pays industrialisés que dans les pays en développement, on reconnaît aujourd'hui que les zones humides sont la pierre angulaire du développement économique. C'est la production halieutique qui vient en tête en tant que source de revenu, suivie de près par l'écotourisme.

15

Effets positifs sur le climat.

Les zones humides ont aussi des effets bénéfiques sur le climat, tant aux niveaux macro que micro-climatique. L'évapotranspiration des zones humides maintient l'humidité locale et le niveau des précipitations. Dans les zones humides boisées, une bonne partie des précipitations est évaporée par les arbres et retourne dans l'atmosphère pour retomber sous forme de pluie sur la région environnante.

16

TD MAÎTRISE DE L'EAU

1/ Débit fiché → besoin en eau max : 6 mm/jour
sur 10 hectares : 60 m³/ha/jour soit 60 m³/ha/24h

$$\frac{0,006 \times 10\,000}{24} = 2,5 = 2,5 \text{ m}^3/\text{ha/ha}$$

2/ Débit nécessaire
 * on prend en compte l'efficacité : $\frac{2,5}{0,9} = 2,78 \text{ m}^3/\text{h/ha}$ soit 27,8 m³/h pour
 * on veut sur 20h plutôt que 24 : $\frac{2,78 \times 24}{20} = 33,4$ soit $\approx 35 \text{ m}^3/\text{h}$ les 10ha

3/ longueur → 350m → il faut au moins 100m
 largeur → 285m
 débit nécessaire → 35 m³/h → il faut au moins 100m
 * On se satisfait de 35 m³/h
 * Seul l'enrouleur 82 ST&AT/P-330m permet de couvrir la longueur.

4/ Porté du canon → 38m
 Ø arrosé → 76m
 largeur "utile" → 78 × 0,8 = 60,8m
 largeur parcelle → 285m

$$\frac{285}{60,8} = 4,68 \text{ soit } 5 \text{ postes d'arrosage.}$$

5/ Surface à arroser 350 × 60,8 = 2,13 ha
 On veut 30mm soit 300 m³/ha. 2,13 × 300 = 639 m³
 Tps d'arrosage : $\frac{639}{35} = 18,26 \text{ h}$

6/ On veut limiter la perte à 1 bar par 100m soit 10m par 100m sur la conduite
 Au diagramme p.f on peut choisir les tuyaux

Le choix PVC ou alu est le choix de l'agri. Le PVC tient mieux.

Pertes PVC → 0,2 bar par 100m → 1 bar par 500m
 → le guide technique de l'irrigant sur le site de la Loire (chambre agri)

7/ La hauteur d'aspiration et les pertes sont estimées à 5m.

$$H_{NT} = H_{asp} + H_{ref} + P.d.C + \text{Pression de service}$$

 Dénivelé total = H_{asp} + H_{ref}
 H_{asp} → donné
 H_{ref} → donné

Si tuyau en PVC : 5 + 20 + 10 + 60 = 95m
 en alu : 5 + 20 + 9 + 60 = 94m

$$1,2 \rightarrow 2,4$$

8/ Calculer la puissance absorbée

$$\text{Puissance hydraulique} = \frac{\text{HTT (mCE)} \times \text{débit (m}^3/\text{h)}}{367,1}$$

$$\text{Puissance absorbée (kW)} = \frac{\text{Puissance hydraulique}}{\text{Rdt}}$$

$$\text{Puissance absorbée (kW)} = \frac{\text{HTT (mCE)} \times \text{débit (m}^3/\text{h)}}{367,1 \times \text{Rdt}}$$

~~9/~~
$$\frac{3600 \times 10,33 \times \text{mètres colonnes d'eau / bar} \times 100}{\dots}$$

9/ $1 \text{ cv} = 0,736 \text{ kW}$

Moteur diesel = $129/0,8 = 16,17 \text{ kW}$ soit $21,97 \text{ cv}$

Moteur électrique = $12,9/0,9 = 14,33 \text{ kW}$ soit $19,47 \text{ cv}$

10/ $2,64 \text{ bar}$ (sur les abaques de l'enrouleur $\phi 82$)

11/ $6 - 2,64 = 3,36 \text{ bars}$

12/ $50 \text{ m} - 33,6 \text{ m} = 16,4 \text{ m}$

$5 + 20 + 10 + (60 + 16,4) = 111,4 \text{ m}$

ou $25 + 10 + (60 + 16,4) = 111,4 \text{ m}$ (par où, hé oui)

ETUDE D'UN CAS CONCRET

On envisage l'irrigation d'une parcelle de **10 ha** de maïs grain avec un enrouleur dans une région méridionale. L'eau d'irrigation viendra d'un pompage dans une retenue collinaire (débit disponible à volonté) située à **500 m de distance** de la parcelle et à **20 m de dénivelé au refoulement, la retenue se situant en dessous de la parcelle.**

La parcelle de 10 ha est plate, rectangulaire (350 m x 285 m) et cultivée dans le sens de la plus grande longueur. Les sols sont « moyens », la dose d'arrosage **est de 30 mm**, et il sera possible d'arroser **20 h / jour**. Les besoins en eau maximum de la culture (E.T.R.M) seront estimés à 6 mm/jour. On fera le choix de l'enrouleur ainsi que le calcul de la station de pompage.

1/ Calcul du débit fictif continu (besoins horaires à l'hectare) en $m^3/h/ha$.

2/ Calcul du débit nécessaire pour l'arrosage des 10 ha.

On prendra compte l'efficacité de l'arrosage par aspersion 90 % ainsi que le temps d'arrosage possible par jour. Le débit trouvé sera arrondi aux 5 m^3/h supérieurs.

3/ A partir du document fourni quel enrouleur faut-il choisir en fonction des résultats de la question précédente et de la longueur de la parcelle ? Il sera tenu compte de la portée du canon (rayon arrosé). La largeur de la bande arrosée sera de **80 % du diamètre arrosé** (région peu ventée).

4/ Quel est le nombre de postes d'arrosage ?

5/ Quelle est la surface d'un poste d'arrosage ?

Quel est le temps d'enroulement nécessaire pour l'apport de la dose d'arrosage ? (30 mm)

6/ Compte tenu du débit de l'enrouleur, quel diamètre de tube faut-il choisir pour la conduite d'amenée ? **On limitera à 1 bar la perte de charge sur la conduite d'amenée.**

7/ Calcul de la hauteur manométrique totale

La hauteur d'aspiration ainsi que les pertes de charge à l'aspiration seront estimées au total à 5 m.

8/ Calculer la puissance absorbée.

Rendement pompe : 0.7

Rendement moteur électrique : 0.9

Rendement moteur diesel : 0.8

9/ Calculer le nombre de CV nécessaire dans le cas d'un moteur diesel et d'un moteur électrique ?

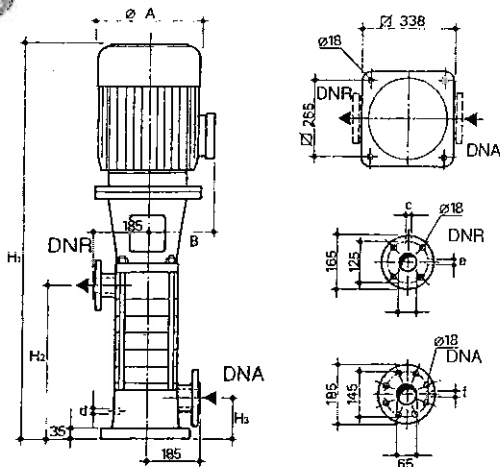
10/ Calculer la perte de charge dans le polyéthylène de l'enrouleur.

11/ Quelle est la pression au canon ?

12/ Si l'on souhaite avoir 5 bars au canon, à combien doit porter la HMT ?

POMPE VERTICALE MULTICELLULAIRE

KV 50



DEBIT : Jusqu'à 45 m³/h
 HMT : Jusqu'à 260 m de C.E.
 UTILISATION : De -15 à +110° C
 VITESSE DE ROTATION : 2900 t/mn
 PRESSION MAXI DE SERVICE : 26 bar

ENCOMBREMENTS- POIDS		KV 50/2	KV 50/3	KV 50/4	KV 50/5	KV 50/6	KV 50/7	KV 50/8	KV 50/9
H1	Hauteur pompe	910	970	1090	1220	1315	1395	1450	1600
H2	Hauteur DNR	279	333	387	441	495	549	603	657
H3	Hauteur DNA	143	143	143	143	143	143	143	143
A	Diamètre moteur	300	300	350	350	350	350	350	400
B	Largeur au bornier	203	203	250	250	250	270	270	289
c	Bouchon amorçage	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"
d	Bouchon purge	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"
e/f	Prises manomètre	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"
Kg	Poids	127	142	195	208	228	299	310	400

Type	Alimentation 50Hz	Ampérage	Puissance P2		Caractéristiques à 2900 t/mn.								
			Kw	Cv	Q L/mn	0	200	300	400	500	600	700	750
KV 50/2 T	Tri 380/ 660 v	15 - 8,7	7,5	10	H (m)	58	54	51,5	49	45	39	32	29
KV 50/3 T	Tri 380/ 660 v	18,5 - 10,7	9,2	12,5		88	81	77	71	64	56	45	38
KV 50/4 T	Tri 380/ 660 v	22,5 - 13	11	15		118	108	102	95	86	75	61	52
KV 50/5 T	Tri 380/ 660 v	30 - 17,3	15	20		151	137	128	118	107	94	78	67
KV 50/6 T	Tri 380/ 660 v	36 - 21	18,5	25		178	162	152	141	129	112	91	78
KV 50/7 T	Tri 380/ 660 v	42 - 24,3	22	30		208	191	180	167	151	131	106	90
KV 50/8 T	Tri 380/ 660 v	42 - 24,3	22	30		235	216	204	190	172	151	124	105
KV 50/9 T	Tri 380/ 660 v	56 - 32,4	30	40		268	246	232	218	198	175	142	120

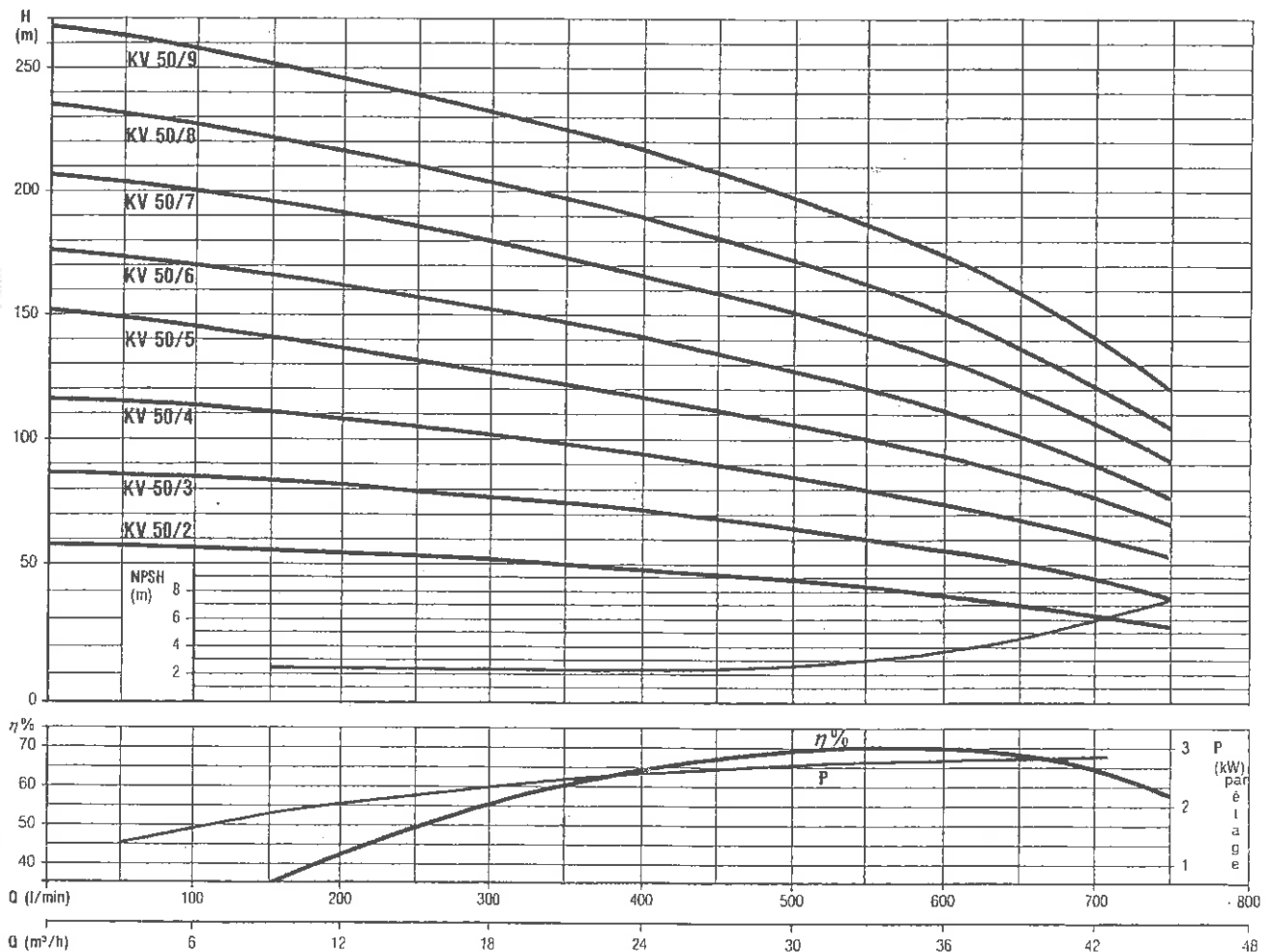
EAU poids spécifique = 1000 Kg / m³

Q = Débit

H = HMT en M. CE

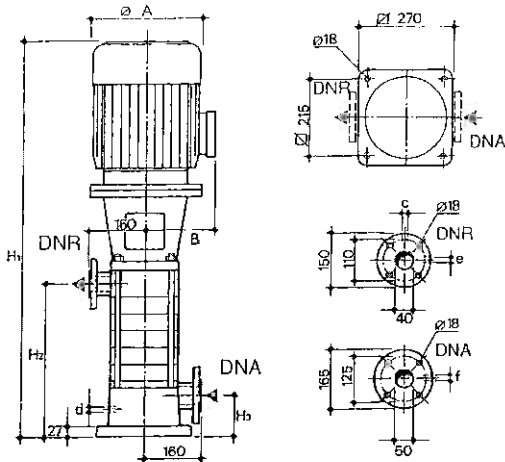
P = KW absorbés par étage

η % = Rendement pompe



POMPE VERTICALE MULTICELLULAIRE

KV 40

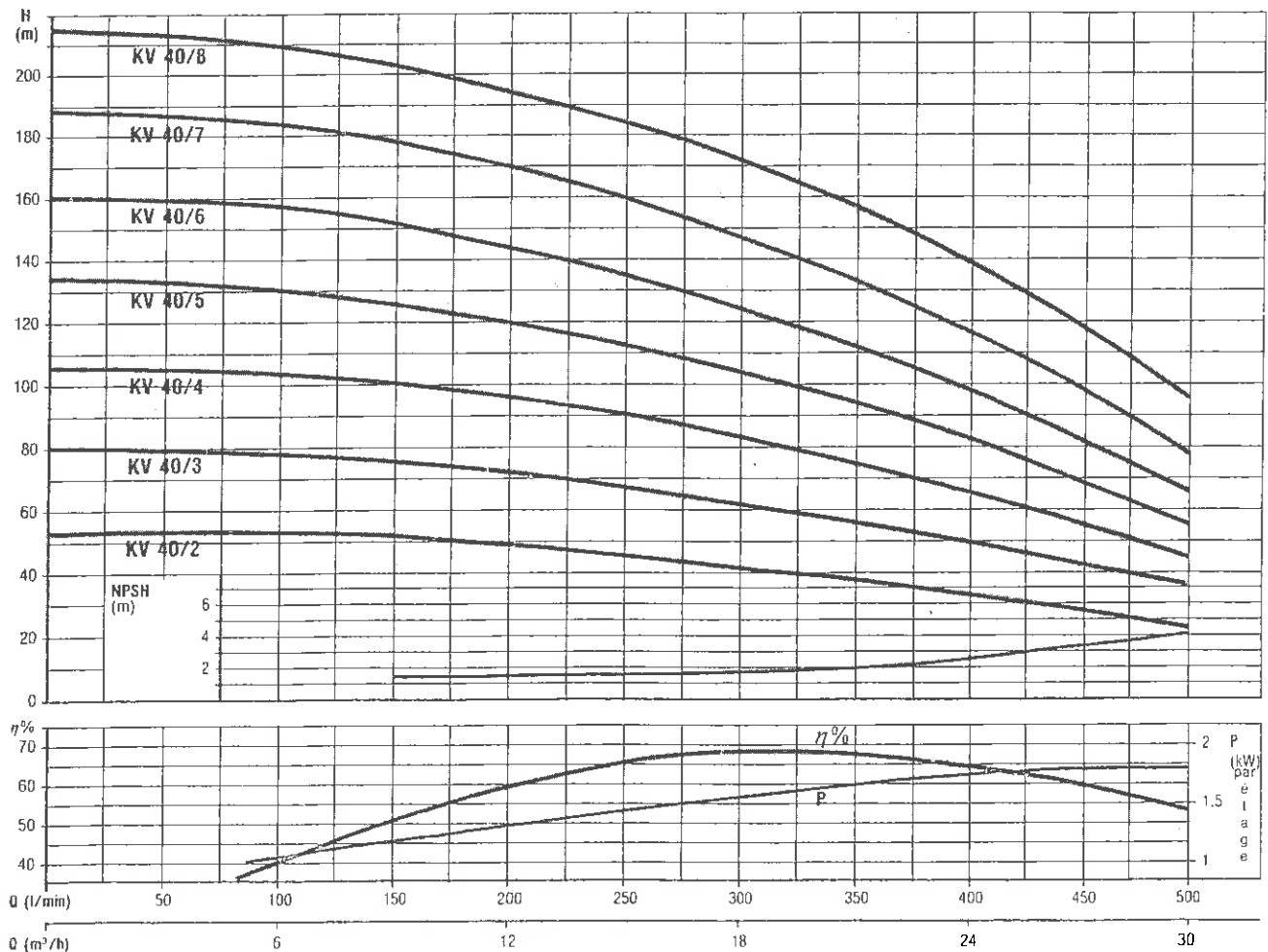


DEBIT : Jusqu'à 30 m³/h
 HMT : Jusqu'à 210 m de C.E.
 UTILISATION : De -15 à +110° C
 VITESSE DE ROTATION : 2900 t/mn
 PRESSION MAXI DE SERVICE : 26 bar

ENCOMBREMENTS- POIDS		KV 40/2	KV 40/3	KV 40/4	KV 40/5	KV 40/6	KV 40/7	KV 40/8
H1	Hauteur pompe	755	880	930	980	1100	1225	1275
H2	Hauteur DNR	225	272	325	275	425	475	525
H3	Hauteur DNA	110	110	110	110	110	110	110
A	Diamètre moteur	250	300	300	300	350	350	350
B	Largeur au bornier	178	203	203	203	250	250	250
c	Bouchon amorçage	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"
d	Bouchon purge	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"
e/f	Prises manomètre	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"
Kg	Poids	91	119	128	139	190	203	210

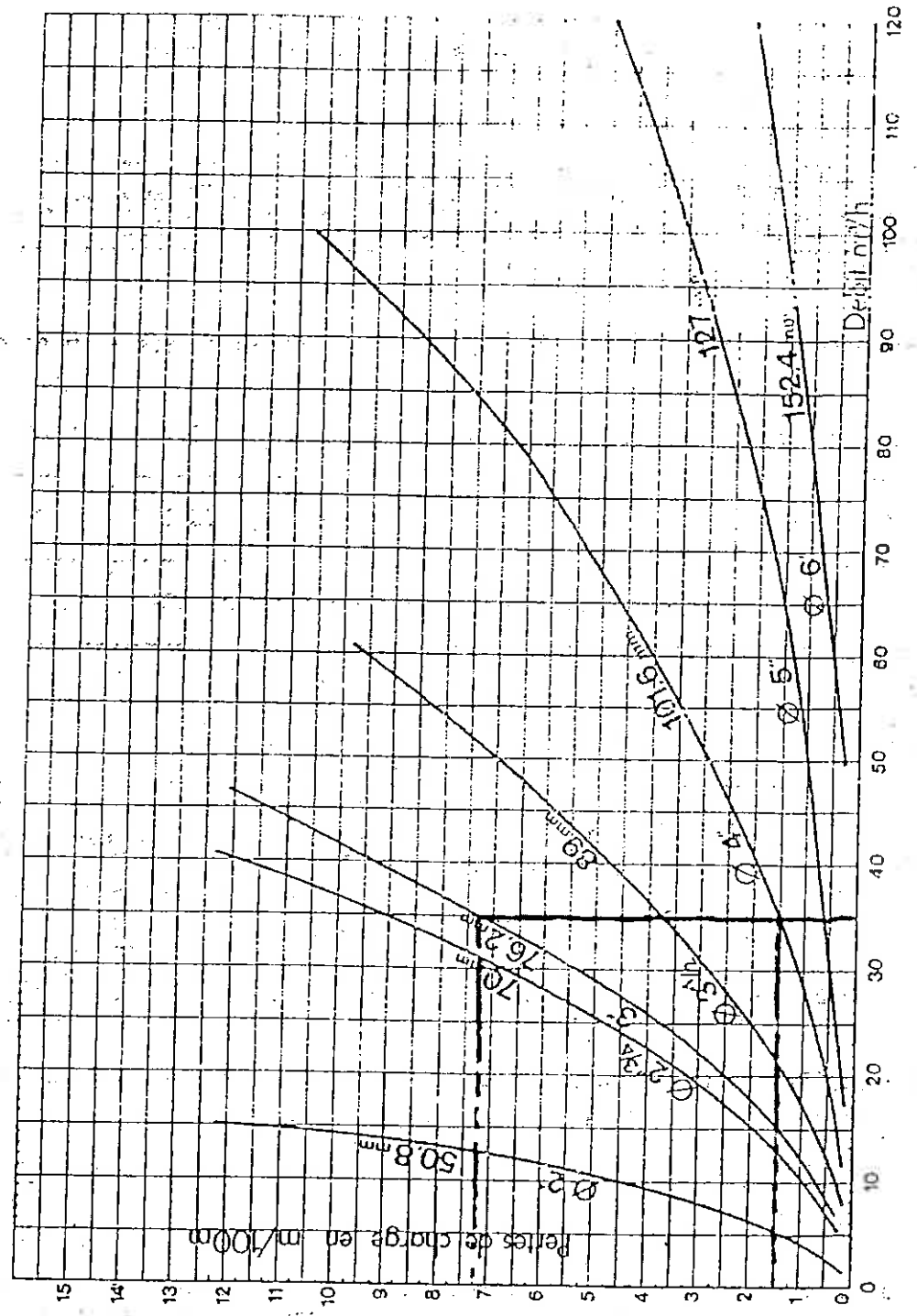
Type	Alimentation 50Hz	Ampérage	Puissance P2		Caractéristiques à 2900 t/mn.								
			Kw	Cv	Q L/mn	0	150	200	250	300	350	400	450
KV 40/2 T	Tri 220/ 380 v	14,7 - 8,5	4	5,5	H (m)	53	51,5	49	46	42	38	33	28
KV 40/3 T	Tri 380/ 660 v	11,2 - 6,5	5,5	7,5		80	76	72	67	62	57,5	50	43
KV 40/4 T	Tri 380/ 660 v	15 - 8,7	7,5	10		106	100	96	90	83	75	66	56
KV 40/5 T	Tri 380/ 660 v	18,5 - 10,7	9,2	12,5		134	126	120	113	104	94	82	68
KV 40/6 T	Tri 380/ 660 v	22,5 - 13	11	15		160	151	144	136	125	112	99	82
KV 40/7 T	Tri 380/ 660 v	27 - 15,6	15	20		188	178	170	160	147	134	117	98
KV 40/8 T	Tri 380/ 660 v	30 - 17,3	15	20		216	203	194	184	171	157	139	119

EAU poids spécifique = 1000 Kg / m³ Q = Débit H = HMT en M. CE P = KW absorbés par étage η % = Rendement pompe

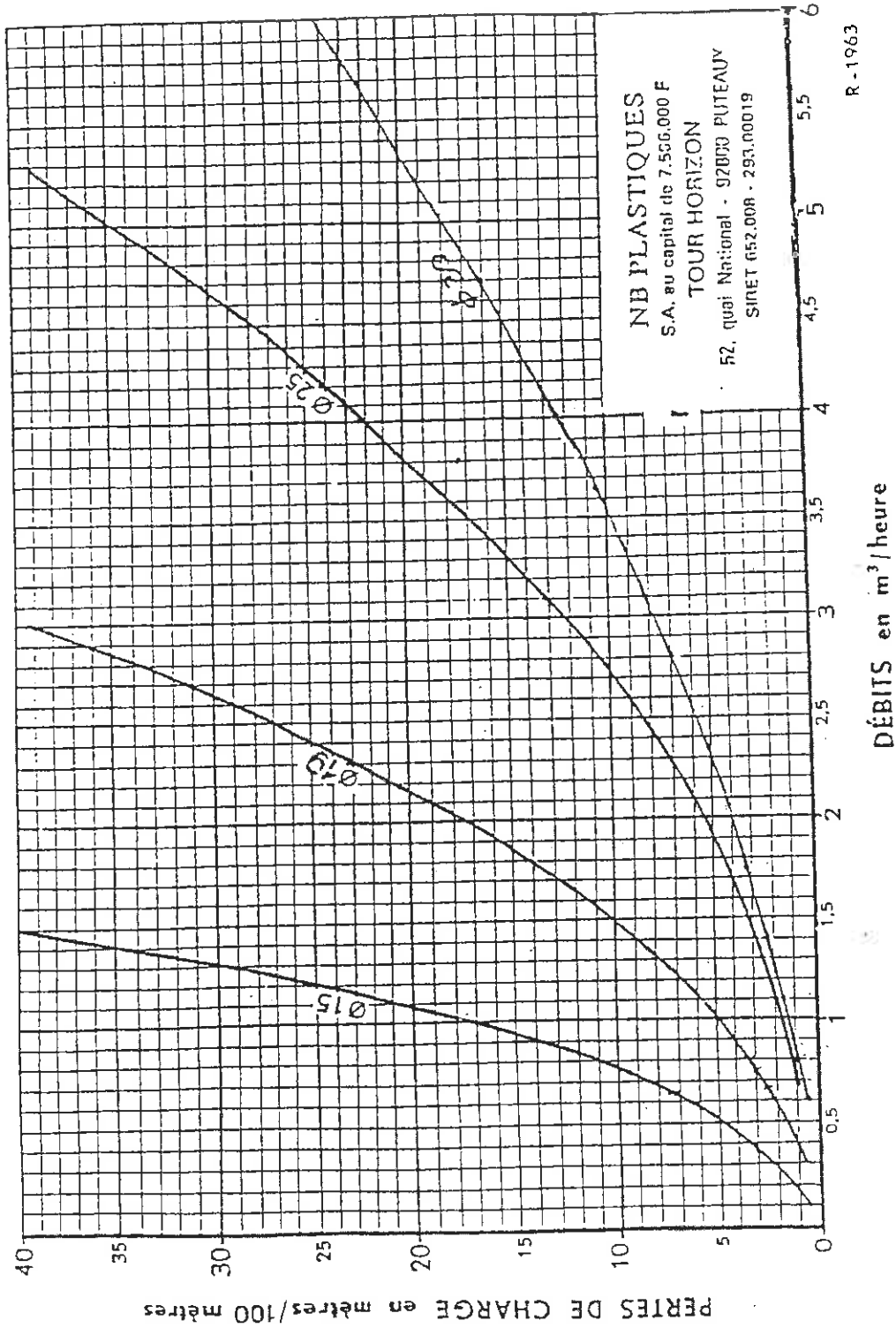


Pertes de charge

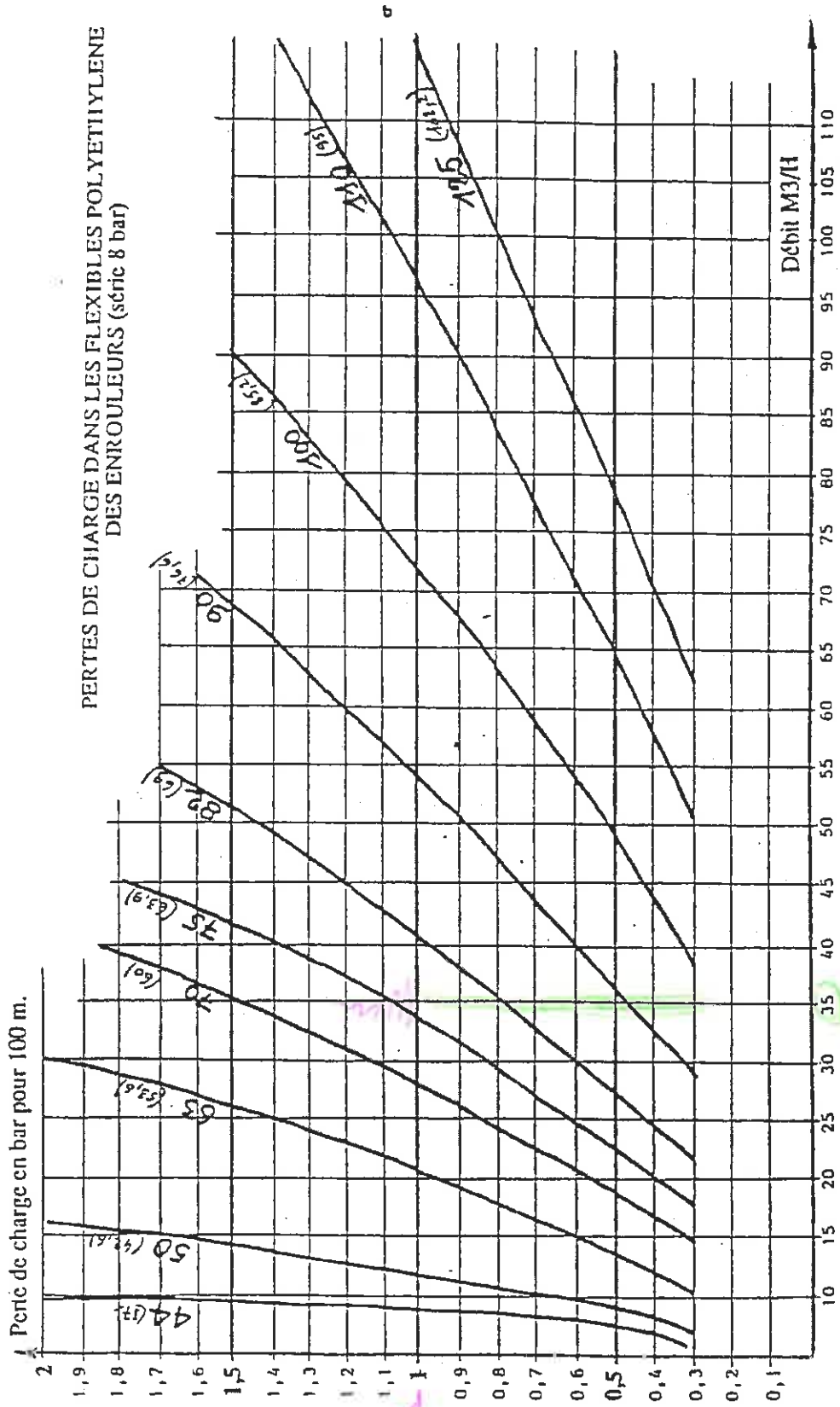
Conduites en alliage léger



TRICOFLEX JAUNE
PERTES DE CHARGE



1 bar = 10 m d'eau



TRAFIC
MAGASIN
RENTRE

PERTES de CHARGE

canalisations ALU et PVC

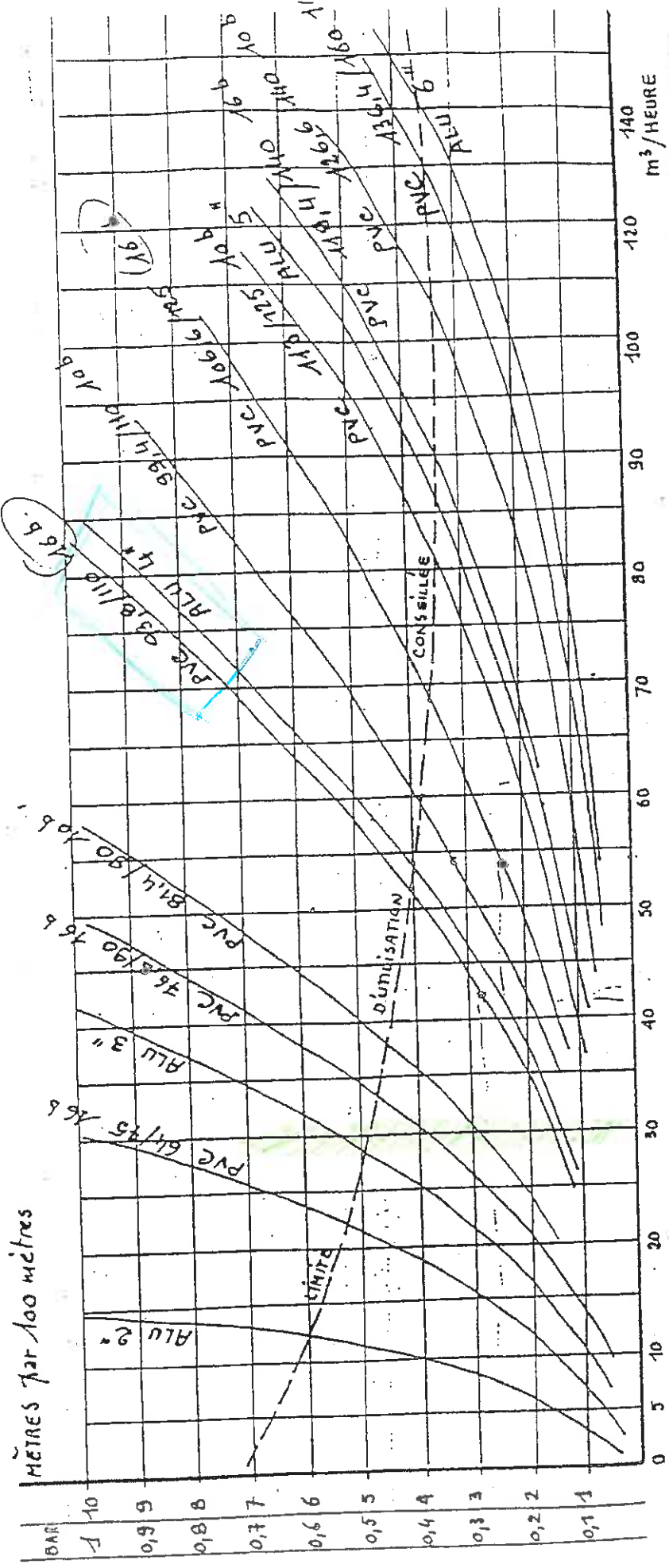


TABLEAU « DEBIT - PRESSION D'ENTREE » AVEC DIFFERENTS TYPES D'ARROSEURS

DEBIT M ³ /H	Enrouleur 63 ST/P-280 m		Enrouleurs 70 ST/P-250 m		Enrouleur 82 ST & AT/P-330 m		Enrouleur 90 ST & AT/P-300 m	
	Pression entrée de l'appareil	Canon Buse Portée	Pression entrée de l'appareil	Canon Buse Portée	Pression entrée de l'appareil	Canon Buse Portée	Pression entrée de l'appareil	Canon Buse Portée
10 M ³ /H	5 bars	85 EW 15/32" 25 m						
15 M ³ /H	6,3 bars	103 DLS 0,55" 32 m	5 bars	103 DLS 0,55" 32 m				
20 M ³ /H	7 bars	103 DLS 0,70" 33 m	5 bars	103 DLS 0,70" 33 m	5 bars	103 DLS 0,65" 35 m		
25 M ³ /H	8 bars	103 DLS 0,75" 35 m	6 bars	103 DLS 0,75" 35 m	6 bars	103 DLS 0,70" 39 m		
30 M ³ /H			7 bars	103 DLS 0,80" 39 m	6 bars	103 DLS 0,80" 39 m	5 bars	103 DLS 0,80" 39 m
35 M ³ /H			9 bars	103 DHS 0,90" 38 m	6 bars	103 DHS 0,90" 38 m	6 bars	103 DHS 0,85" 42 m
40 M ³ /H			10 bars	103 DHS 0,90" 45 m	8 bars	103 DHS 0,90" 43 m	6,4 bars	103 DHS 0,90" 43 m
45 M ³ /H					9,5 bars	105 CS 0,89" 48 m	7,7 bars	105 CS 0,89" 51 m
50 M ³ /H							7,7 bars	105 CS 0,89" 51 m
55 M ³ /H							8,8 bars	105 CS 0,99" 52 m
65 M ³ /H							9,8 bars	105 CS 1,09" 54 m



P ≤ 5 bars

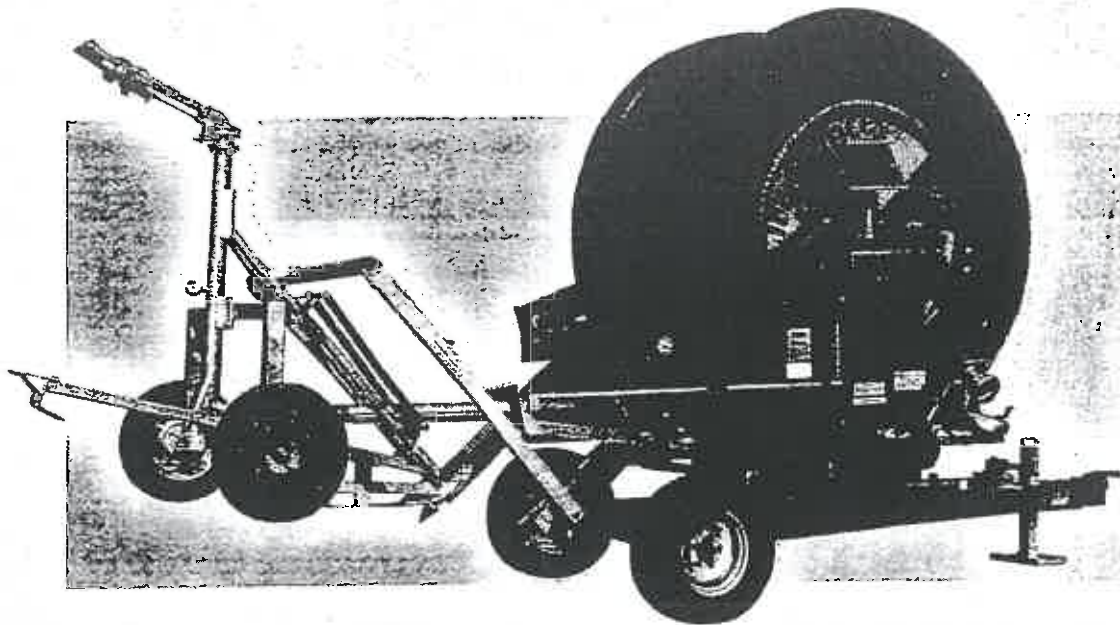
P = 5,5 à 5,5 bars



P = 7,0 à 8,0 bars



P = 8,0 bars



Sécurité enroulement

- Palpeur en position avant, pour une meilleure protection du tube PE.

Bêches d'ancrage

- Galvanisées à chaud,
- Commande mécanique par crémaillère.

Sécurité

- Répartition des masses particulièrement étudiée pour une stabilité maximale,
- Centre de gravité abaissé,
- Débrayage automatique par commande mécanique,
- Appui au sol très avancé.

Châssis à profil ouvert

- Forte résistance mécanique,
- Chape d'attelage réglable en hauteur.

Bypass

- Monobloc en fonte avec vannes, d'arrêt et de régulation intégrées,
- Réglages facilités.

Performances hydrauliques

Modèle	Ø PE	PE Long. (m)	PE Ep (mm)	Débit (m³/h)	Pression entrée (Bars)	Largeur bande arrosée en m	Surface moyenne en ha
Optima Super 1 Bis	Ø 75	400	6,8	18 - 30	5,5 - 10	54 - 60	2,6
	Ø 82	280	6	18 - 45	5,5 - 10	54 - 66	2,1
	Ø 82	350	6	18 - 40	5,5 - 10	54 - 66	2,5
	Ø 90	280	6,7	18 - 60	5,5 - 10	54 - 78	2,3
	Ø 90	320	6,7	18 - 65	5,5 - 10	54 - 78	2,6
Optima Super 2	Ø 82	420	7,5	23 - 37	5,5 - 10	54 - 66	2,7
	Ø 90	360	6,7	23 - 55	5,5 - 10	54 - 78	2,9
	Ø 90	400	6,7	23 - 50	5,5 - 11	54 - 78	2,9
	Ø 100	330	7,4	23 - 70	5,5 - 10	66 - 84	3,1
	Ø 100	370	7,4	23 - 70	5,5 - 10	66 - 84	3,5
	Ø 110	350	8,2	23 - 80	5,5 - 10	72 - 90	3,6

Caractéristiques techniques

Modèle	Hauteur (m)		Long sans traîneau (m)		Long avec traîneau (m)		Pneus	Poids vide d'eau (kg)	Poids en eau (kg)
	A	B	C	D	Hauteur sous châssis (m)				
Optima Super 1 Bis	2,90	1,78 / 2,28	5,00	6,30	0,32	275 x 60 x 15	2200	3700	
Optima Super 2	3,10	1,75 / 2,25	5,10	6,40	0,35	10 x 0,75 x 15	2700	4700	

Option roues : Optima Super 1 bis : 10 x 0,8 x 12 - Optima Super 2 : 12" x 16"

100 SERIES BIG GUN - 24° TRAJECTORY - TAPER BORE NOZZLE:
Flow and Radius

Kg/cm ²	12.7mm		14.0mm		15.2mm		16.5mm		17.8mm		19.1mm		20.3mm		21.6mm		22.9mm		25.4mm	
	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M
3.5	10.8	29.8	13.4	31.3	15.6	33.1	16.3	33.4	21.0	35.7	24.1	37.3	27.5	39.6	31.5	39.6	34.6	40.7	42.8	44.1
5	13.6	34.5	17.0	36.4	20.1	38.2	23.6	40.1	27.5	42.2	31.2	43.4	34.9	45.2	40.5	46.3	45.2	47.4	55.6	51.5
7	16.3	38.8	19.9	40.8	23.8	42.5	27.9	44.7	32.5	46.5	37.0	48.1	41.3	49.5	48.0	51.1	53.5	52.5	65.5	56.5

100 SERIES BIG GUN - 24° TRAJECTORY - TAPER/RING NOZZLE:
Flow and Radius

Kg/cm ²	16mm		17mm		18mm		19mm		20mm		21mm		22mm		23mm		24mm	
	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M
3.5	17.4	34.5	15.7	35.5	22.4	37.0	25.4	38.5	28.4	39.5	32.1	41.0	35.1	41.5	39.1	43.0	42.7	44.5
4.5	19.7	37.5	22.4	39.0	25.3	40.0	28.7	41.5	32.3	43.0	36.5	44.0	39.9	45.0	44.3	46.5	48.5	48.0
5.5	21.8	39.5	24.7	41.0	28.0	42.5	31.8	44.0	35.7	45.5	40.3	47.0	44.2	48.0	49.0	49.5	53.8	51.5
6.5	23.8	42.0	27.0	43.5	30.5	45.0	34.5	46.5	39.0	48.0	43.9	49.0	48.0	50.5	53.4	52.0	58.4	53.5
7.5	25.5	44.0	29.0	45.5	32.6	47.0	37.2	48.5	41.7	50.0	47.2	51.5	51.5	52.0	57.2	54.0	62.7	55.5

150 SERIES BIG GUN - 24° TRAJECTORY - TAPER BORE NOZZLE
Flow and Radius

Kg/cm ²	17.2mm		20.8mm		22.5mm		25.4mm		27.9mm		30.5mm		33.0mm	
	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M
3.5	23.0	38.0	29.8	41.0	37.6	44.0	46.9	47.5	57.1	50.5	68.3	52.5	80.1	55.0
5.0	27.5	42.7	35.7	45.8	45.2	49.3	56.0	52.5	68.2	55.5	81.7	58.5	95.8	60.5
7.0	32.5	47.5	42.2	50.5	53.5	54.0	66.3	57.0	80.7	61.0	96.6	64.0	118	67.0
9.0	38.9	52.0	47.9	55.0	60.6	58.5	75.1	61.5	91.5	65.5	110	68.5	129	71.5

150 SERIES BIG GUN - 24° TRAJECTORY - TAPER/RING NOZZLE
Flow and Radius

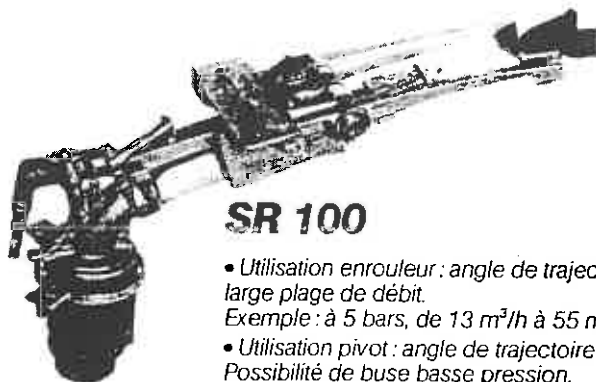
Kg/cm ²	22mm		24mm		26mm		28mm		30mm		32mm		34mm	
	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M
3.5	31.2	41.5	37.9	44.0	45.2	48.5	53.8	49.0	63.3	51.0	73.7	53.5	85.3	55.0
4.5	35.3	45.0	42.9	47.5	51.1	49.5	61.0	52.5	71.9	55.0	83.7	57.5	96.8	59.0
5.5	38.5	47.5	47.4	50.5	56.6	55.0	67.5	55.5	79.5	58.5	92.5	61.0	107.0	62.5
6.5	40.1	49.5	51.5	53.0	61.6	55.0	73.5	58.5	86.4	61.0	101.0	64.0	116.0	65.5
7.5	45.5	52.0	55.4	55.0	66.1	57.5	78.9	60.5	92.8	63.5	106.0	66.0	125.0	68.0

200 SERIES BIG GUN - 27° TRAJECTORY - TAPER BORE NOZZLE
Flow and Radius

Kg/cm ²	22.5mm		25.0mm		27.5mm		30.0mm		32.5mm		35.0mm		37.5mm	
	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M	MPH	M
4.0	55.7	52.0	63.9	53.0	73.1	56.0	85.8	58.5	98.9	61.5	116.0	64.5	130.0	67.0
6.0	102.2	57.5	78.3	60.5	89.5	63.0	105.0	66.0	121.0	69.0	142.0	72.0	159.0	74.5
8.0	75.8	63.0	90.4	66.0	103.0	69.0	121.0	72.0	140.0	75.0	164.0	79.5	184.0	82.5



CANON A RETOUR LENT SR 100 - SR 150



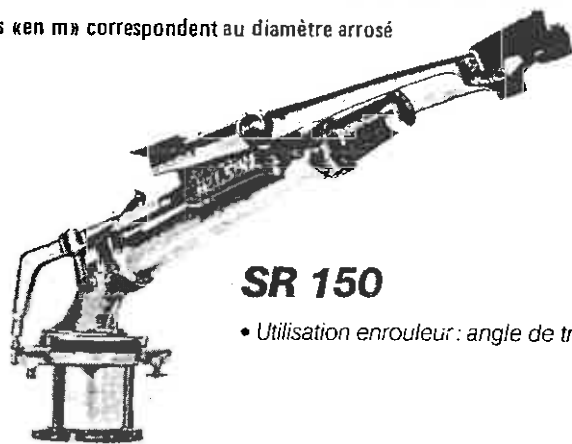
SR 100

- Utilisation enrouleur : angle de trajectoire 21° large plage de débit.
Exemple : à 5 bars, de 13 m³/h à 55 m³/h.
- Utilisation pivot : angle de trajectoire 18° Possibilité de buse basse pression.
Exemple : à 2 bars, portée 24 m, débit 13 m³/h.

DIAMETRE BUSE	0.5" "12,7 mm	0.55" "13,97 mm	0.6" "15,2 mm	0.65" "16,5 mm	0.7" "17,8 mm	0.75" "19,05 mm	0.8" "20,3 mm	0.85" "21,59 mm	0.9" "22,9 mm	1.0" "25,4 mm
PRESSION BAR	M ³ /H M	M ³ /H M	M ³ /H M	M ³ /H M	M ³ /H M	M ³ /H M	M ³ /H M	M ³ /H M	M ³ /H M	M ³ /H M
3,0	10,8 59,5	13,4 62,6	15,6 66,1	18,31 68,8	21,0 71,4	24,1 74,5	27,5 77,5	31,5 79,5	34,8 81,4	42,8 88,1
4,0	12,2 64,3	15,3 67,8	18,0 71,8	21,1 74,8	24,6 77,8	27,8 81,0	31,2 82,8	36,2 86,4	40,4 88,6	49,5 94,6
5,0	13,6 69,0	17,0 72,7	20,1 76,4	23,6 80,2	27,5 84,4	31,2 86,7	34,9 90,4	40,5 92,5	45,2 94,7	55,6 103,0
6,0	15,0 73,4	18,5 77,3	22,1 80,7	25,9 85,0	30,1 88,7	34,3 91,8	38,2 94,7	44,5 97,7	49,5 101,0	60,5 109,0
7,0	16,3 77,6	19,9 81,6	23,8 85,0	27,9 89,3	32,5 93,0	37,0 96,1	41,3 99,0	48,0 102,2	53,5 105,0	65,5 113,0
8,0	17,6 81,7	21,0 85,7	25,5 89,3	29,7 93,1	34,8 97,3	39,4 99,7	44,1 103,0	51,2 105,8	57,2 109,0	70,2 116,0

DIAMETRE BUSE	0.712" "18,0 mm	0.768" "19,5 mm	0.812" "20,6 mm	0.857" "21,8 mm	0.895" "22,7 mm	0.927" "23,6 mm	0.965" "24,5 mm
PRESSION BAR	M ³ /H M	M ³ /H M	M ³ /H M	M ³ /H M	M ³ /H M	M ³ /H M	M ³ /H M
3,5	16,7 67,0	20,0 69,0	22,9 70,0	26,1 73,0	29,2 76,0	34,0 77,0	38,0 79,0
4,0	17,9 70,6	21,4 71,8	24,5 73,6	27,9 77,3	31,2 80,3	36,4 82,3	40,7 83,3
5,0	20,0 75,4	24,0 76,7	27,4 79,7	31,2 84,4	34,8 88,4	40,7 90,4	45,5 91,7
6,0	21,9 79,7	26,2 82,7	30,0 85,7	34,1 88,7	38,2 91,3	44,6 94,7	49,8 97,7
7,0	23,7 82,0	28,3 85,0	32,3 90,0	36,9 93,0	41,2 96,0	48,1 99,0	53,8 102,0
8,0	25,3 84,9	30,3 89,3	34,6 94,3	39,4 97,3	44,1 99,4	51,5 103,0	57,5 106,0

Les distances « en m » correspondent au diamètre arrosé



SR 150

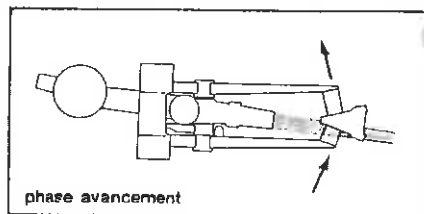
- Utilisation enrouleur : angle de trajectoire 21°

DIAMETRE BUSE	0.7" "17,8 mm	0.8" "20,3 mm	0.9" "22,9 mm	1.0" "25,4 mm	1.1" "27,9 mm	1.2" "30,5 mm	1.3" "33,0 mm
PRESSION BAR	M ³ /H M	M ³ /H M	M ³ /H M	M ³ /H M	M ³ /H M	M ³ /H M	M ³ /H M
3,5	23,0 76,0	29,8 82,0	37,8 88,0	46,9 95,0	57,1 101	68,3 105	80,1 110
4,0	24,6 79,6	31,9 85,6	40,4 91,6	50,1 97,8	61,0 104	73,0 109	85,7 114
5,0	27,5 85,4	35,7 91,6	45,2 98,6	56,0 105,0	68,2 111	81,7 117	95,8 121
6,0	30,1 89,7	39,1 96,7	49,5 104,0	61,3 110,0	74,7 117	89,5 123	105 128
7,0	32,5 95,0	42,2 101,0	53,5 108,0	65,3 114,0	80,7 122	96,6 128	113 134
8,0	34,8 99,3	45,1 105,0	57,2 112,0	70,8 118,0	86,3 126	103,0 132	121 138
9,0	36,9 104,0	47,9 110,0	60,6 117,0	75,1 123,0	91,5 131,0	110,0 137	129 143

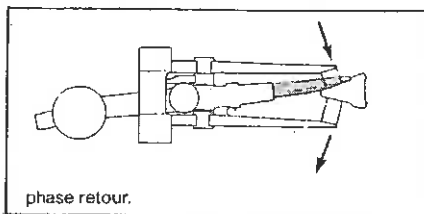
Fonctionnement plus souple.
Longévité supérieure :
Suppression des secousses
et vibrations lors de la phase retour.
Sécurité pour l'utilisateur.

Un seul bras moteur, à orientation
variable,
Travaille dans les deux sens.

Corps en aluminium.
Montage avec double roulement
à billes.
Canon lubrifié à vie sans entretien.
Pas de réglage de frein.
Uniformité exceptionnelle.



phase avancement



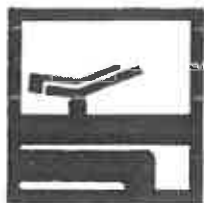
phase retour.

Utilisation sur appareils mécanisés

La poussée latérale du canon étant
supprimée, le traineau présente
une plus grande stabilité
et une meilleure tenue en ligne :
- sur terrains plats avec des débits
importants,
- sur sols damés très glissants,
- en utilisation coteaux et dévers,
- pour l'arrosage sur frondaison
avec traineau réhaussé sur
des hauteurs importantes (jusqu'à 7 m),
- le retour lent permet d'utiliser
les traineaux avec les voies
les plus étroites.

Utilisation sur pivot

L'absence de vibrations et
de secousses supprime les à-coups
sur les portes à faux de grandes
longueurs (en particulier avec débit
et pression importants).
Le canon à retour lent peut être utilisé
à basse pression ou avec surpresseur.



irrifrance Cofadsi

DIRECTION GÉNÉRALE
TECHNIQUE & ADMINISTRATIVE
DIRECTION COMMERCIALE & EXPORT
34230 - PAULHAN - (HÉRAULT)
Tél. : 67. 49. 79. 79. - Télex : 490971



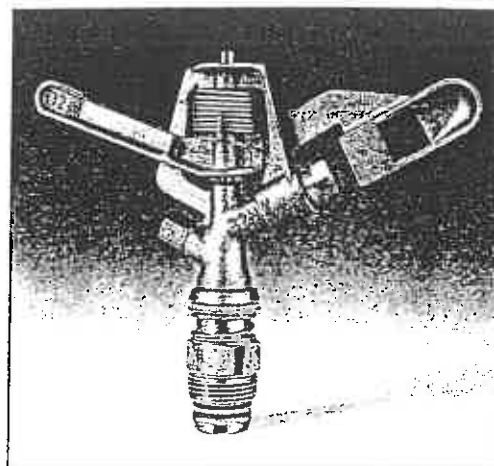
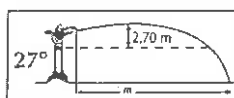
MADE IN FRANCE

32HX



5

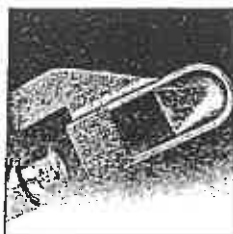
ARROSEUR 3/4" CERCLE COMPLET
 FULL CIRCLE SPRINKLER 3/4"
 IRRIGATORE 3/4", CERCHIO INTERO
 ASPERSOR DE 3/4" CIRCULO COMPLETO
 VOLLKREISREGNER 3/4"



3/4" (20/27)

32EH-X

Ø	Bars	m	m ³ /h	mm/h			
				12 x 12	12 x 18	18 x 18	18 x 24
3,18 x 2,38 mm	2.5	12.9	0.97	6.7	4.5	-	-
	3.0	13.2	1.06	7.4	4.9	-	-
	3.5	13.4	1.15	8.0	5.3	3.6	-
	4.0	13.6	1.23	8.5	5.7	3.8	-
	4.5	13.9	1.31	9.1	6.1	4.0	-
1/8" x 3/32" 7°	5.0	14.1	1.39	9.7	6.4	4.3	-
	5.5	14.3	1.46	10.1	6.8	4.5	-
	2.5	13.5	1.11	7.7	5.1	3.4	-
	3.0	13.9	1.22	8.5	5.7	3.8	-
	3.5	14.2	1.32	9.2	6.1	4.1	-
3,57 x 2,38 mm	4.0	14.4	1.41	9.8	6.5	4.4	-
	4.5	14.6	1.50	10.4	6.9	4.6	3.5
	5.0	15.0	1.58	11.0	7.3	4.9	3.7
	5.5	15.2	1.66	11.5	7.7	5.1	3.8
	2.5	14.0	1.32	9.2	6.1	4.1	-
3,97 x 2,38 mm	3.0	14.4	1.45	10.1	6.7	4.5	-
	3.5	14.9	1.56	10.8	7.2	4.8	-
	4.0	15.2	1.67	11.6	7.7	5.2	3.9
	4.5	15.5	1.77	12.3	8.2	5.5	4.1
	5.0	15.8	1.87	13.0	8.7	5.8	4.3
5/32" x 3/32" 7°	5.5	16.0	1.96	13.6	9.1	6.1	4.5
	2.5	14.3	1.52	-	7.0	4.7	-
	3.0	14.8	1.66	-	7.7	5.1	-
	3.5	15.2	1.79	-	8.3	5.5	4.1
	4.0	15.6	1.92	-	8.9	5.9	4.4
4,37 x 2,38 mm	4.5	15.8	2.03	-	9.4	6.3	4.7
	5.0	16.3	2.14	-	9.9	6.6	5.0
	5.5	16.7	2.24	-	10.4	6.9	5.2
	2.5	14.9	1.74	-	8.1	5.4	-
	3.0	15.6	1.91	-	8.8	5.9	-
4,76 x 2,38 mm	3.5	16.1	2.06	-	9.5	6.4	4.8
	4.0	16.5	2.20	-	10.2	6.8	5.1
	4.5	16.7	2.34	-	10.8	7.2	5.4
	5.0	17.0	2.48	-	11.5	7.7	5.7
	5.5	17.2	2.56	-	11.9	7.9	5.9
2.5	14.9	2.04	-	9.4	6.3	-	
4,76 x 3,18 mm	3.0	15.6	2.23	-	10.3	6.9	-
	3.5	16.1	2.41	-	11.2	7.4	5.6
	4.0	16.5	2.58	-	11.9	8.0	6.0
	4.5	16.7	2.73	-	12.6	8.4	6.3
	5.0	17.0	2.87	-	13.3	8.9	6.6
5.5	17.2	3.00	-	13.9	9.3	6.9	



32EWH-X

Ø	Bars	m	m ³ /h	mm/h			
				12 x 12	12 x 18	18 x 18	18 x 24
3,18 mm	2.5	12.9	0.63	4.4	-	-	-
	3.0	13.2	0.70	4.9	3.2	-	-
	3.5	13.4	0.75	5.2	3.5	-	-
	4.0	13.6	0.80	5.6	3.7	-	-
	4.5	13.9	0.84	5.8	3.9	-	-
1/8"	5.0	14.1	0.87	6.0	4.0	-	-
	5.5	14.3	0.92	6.4	4.3	-	-
	2.5	13.5	0.80	5.6	3.7	2.5	-
	3.0	13.9	0.88	6.1	4.1	2.7	-
	3.5	14.2	0.94	6.5	4.4	2.9	-
3,57 mm	4.0	14.4	1.00	6.9	4.6	3.1	2.3
	4.5	14.6	1.05	7.3	4.9	3.2	2.4
	5.0	15.0	1.11	7.7	5.1	3.4	2.6
	5.5	15.2	1.16	8.1	5.4	3.6	2.7
	2.5	14.0	0.98	6.8	4.5	3.0	-
3,97 mm	3.0	14.4	1.08	7.5	5.0	3.3	-
	3.5	14.9	1.16	8.1	5.4	3.6	2.7
	4.0	15.2	1.23	8.5	5.7	3.8	2.9
	4.5	15.5	1.30	9.0	6.0	4.0	3.0
	5.0	15.8	1.37	9.5	6.3	4.2	3.2
4,37 mm	5.5	16.0	1.44	10.0	6.7	4.4	3.3
	2.5	14.3	1.18	8.2	5.5	3.6	-
	3.0	14.8	1.29	9.0	6.0	4.0	-
	3.5	15.2	1.39	9.7	6.4	4.3	3.2
	4.0	15.6	1.48	10.3	6.9	4.6	3.4
4,76 mm	4.5	15.8	1.55	10.8	7.2	4.8	3.6
	5.0	16.3	1.65	11.5	7.6	5.1	3.8
	5.5	16.7	1.73	12.0	8.0	5.3	4.0
	2.5	14.9	1.40	9.7	6.5	4.3	-
	3.0	15.6	1.54	10.7	7.1	4.8	-
3/16"	3.5	16.1	1.66	11.5	7.7	5.1	3.8
	4.0	16.5	1.77	12.3	8.2	5.5	4.1
	4.5	16.7	1.86	12.9	8.6	5.7	4.3
	5.0	17.0	1.97	13.7	9.1	6.1	4.6
	5.5	17.2	2.06	14.3	9.5	6.4	4.8



- Arroseur 3/4" laiton.
- Angle : 27°.
- Monobuse ou double buse laiton (avec guide-jet).
- Débit standard.

Applications :
 Couverture intégrale,
 couverture maraichère.

UN GRAND
 CLASSIQUE !



- 3/4" brass impact sprinkler.
- Body trajectory angle : 27°.
- Single or double brass nozzle (with vane).
- Standard flow rate.

Applications :
 General field use, vegetables.

A CLASSIC !



- Irrigatore di ottone 3/4".
- Angolo del corpo : 27°.
- Mono boccaglio (con alette) o con boccaglio secondario di ottone.
- Portata standard.

Applicazioni :
 Copertura integrale o impianti mobili per tutti i tipi di coltivazioni.

UN GRANDE CLASSICO !



- Aspersor de impacto de latón de 3/4".
- Ángulo de trayectoria : 27°.
- Tobera de latón (con vaina) única o doble.
- Caudal estándar.

Aplicaciones :
 Riego de cobertura, vegetales.

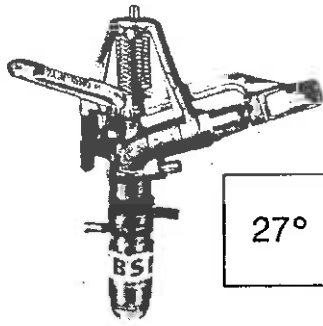
UN GRAN CLASICO !



- 3/4" Schwinghebelregner aus Messing.
- Strahlanstieg : 27°.
- Eindüsig oder zweidüsig, Düsen aus Messing (mit Strahlgleichrichter).
- Normaler Wasserverbrauch.

Anwendungsbereich :
 Feldberegnung,
 Gemüseulturen.

EIN KLASSISCHER
 REGNER !



1 1/4 BSP

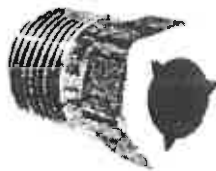
85 EWPSH

Bars	1 1/32" = 8.7 mm			3/8" = 9.5 mm			13/32" = 10.3 mm			7/16" = 11.1 mm			15/32" = 11.9 mm			1/2" = 12.7 mm			17/32" = 13.5 mm			9/16" = 14.3 mm			5/8" = 15.9 mm			11/16" = 17.5 mm		
	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s
2.0	19.3	4.19	1.16	19.7	4.97	1.38	20.4	5.73	1.59	21.0	6.54	1.81	21.3	7.42	2.06	21.4	8.28	2.29	21.6	9.09	2.52	21.9	10.35	2.87	21.9	12.61	3.50	22.0	15.19	4.22
2.5	20.5	4.69	1.30	20.9	5.54	1.53	21.8	6.40	1.77	22.5	7.32	2.03	23.0	8.32	2.31	23.4	9.28	2.57	23.8	10.19	2.83	24.4	11.61	3.22	24.6	14.15	3.92	25.0	17.07	4.74
3.0	21.5	5.13	1.42	22.0	6.06	1.68	23.0	7.00	1.94	23.7	8.03	2.23	24.4	9.13	2.53	25.1	10.19	2.83	25.7	11.20	3.11	26.6	12.75	3.54	26.9	15.54	4.31	27.4	18.77	5.21
3.5	22.4	5.54	1.53	23.0	6.54	1.81	24.1	7.57	2.10	24.7	8.69	2.41	25.6	9.88	2.74	26.5	11.03	3.06	27.3	12.14	3.37	28.3	13.81	3.83	28.7	16.82	4.67	29.4	20.35	5.55
4.0	23.2	5.91	1.64	23.8	6.99	1.94	25.0	8.10	2.24	25.7	9.31	2.58	26.6	10.58	2.94	27.6	11.82	3.28	28.5	13.01	3.61	29.7	14.81	4.11	30.2	18.02	5.00	31.1	21.82	6.06
4.5	24.0	6.26	1.74	24.6	7.41	2.05	25.8	8.60	2.38	26.5	9.89	2.74	27.5	11.24	3.12	28.5	12.56	3.46	29.6	13.84	3.84	30.8	15.75	4.37	31.4	19.16	5.32	32.4	23.20	6.44
5.0	24.7	6.59	1.83	25.4	7.81	2.17	26.5	9.07	2.52	27.3	10.45	2.90	28.3	11.86	3.29	29.3	13.26	3.68	30.4	14.63	4.06	31.6	16.66	4.62	32.3	20.23	5.62	33.4	24.52	6.81
5.5	25.3	6.90	1.91	26.0	8.19	2.27	27.1	9.53	2.64	27.9	10.98	3.05	28.9	12.46	3.46	29.9	13.93	3.87	31.1	15.39	4.27	32.2	17.53	4.87	33.0	21.26	5.90	34.2	25.77	7.15
6.0	25.9	7.20	1.99	26.7	8.56	2.37	27.7	9.97	2.77	28.6	11.50	3.19	29.4	13.02	3.61	30.4	14.57	4.04	31.6	16.12	4.47	32.6	18.37	5.10	33.5	22.25	6.18	34.7	26.97	7.49
6.5	26.4	7.48	2.07	27.3	8.92	2.47	28.2	10.40	2.88	29.1	11.99	3.33	29.8	13.57	3.76	30.8	15.19	4.22	31.9	16.83	4.67	32.8	19.99	5.33	33.8	23.20	6.44	35.0	28.12	7.81
7.0	27.0	7.74	2.15	27.9	9.26	2.57	28.7	10.81	3.00	29.6	12.47	3.46	30.2	14.09	3.91	31.0	15.79	4.38	32.2	17.51	4.86	32.9	19.99	5.55	33.9	24.11	6.69	35.2	29.23	8.11

85 EPSH

Bars	1 1/32" x 7/32" = 8.7 mm x 5.6 mm (20 DEG)			3/8" x 7/32" = 9.5 mm x 5.6 mm (20 DEG)			1 1/8" x 7/32" = 10.3 mm x 5.6 mm (20 DEG)			7/16" x 7/32" = 11.1 mm x 5.6 mm (20 DEG)			15/32" x 7/32" = 11.9 mm x 5.6 mm (20 DEG)			1/2" x 1/4" = 12.7 mm x 6.4 mm			17/32" x 1/4" = 13.5 mm x 6.4 mm			9/16" x 1/4" = 14.3 mm x 6.4 mm			5/8" x 1/4" = 15.9 mm x 6.4 mm			11/16" x 1/4" = 17.5 mm x 6.4 mm		
	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s
2.0	19.3	5.71	1.58	19.7	6.49	1.80	20.4	7.24	2.01	21.0	8.05	2.23	21.3	8.92	2.47	21.4	10.49	2.91	21.6	11.32	3.14	21.9	12.57	3.49	21.9	14.82	4.11	22.0	17.40	4.83
2.5	20.5	6.39	1.77	20.9	7.26	2.01	21.8	8.11	2.25	22.5	9.02	2.50	23.0	10.00	2.77	23.4	11.76	3.26	23.9	12.69	3.52	24.4	14.10	3.91	24.6	16.62	4.61	25.0	19.55	5.43
3.0	21.5	7.02	1.94	22.0	7.97	2.21	23.0	8.91	2.47	23.7	9.90	2.75	24.4	10.98	3.05	25.0	12.92	3.58	25.7	13.94	3.87	26.6	15.49	4.30	26.9	18.26	5.07	27.4	21.50	5.97
3.5	22.4	7.59	2.11	23.0	8.63	2.39	24.1	9.65	2.68	24.7	10.72	2.97	25.6	11.89	3.30	26.3	13.98	3.88	27.3	15.09	4.19	28.3	16.77	4.65	28.7	19.77	5.49	29.4	23.30	6.47
4.0	23.2	8.14	2.26	23.8	9.25	2.57	25.0	10.35	2.87	25.7	11.48	3.19	26.6	12.75	3.54	27.5	14.98	4.16	28.5	16.17	4.49	29.7	17.97	4.99	30.2	21.19	5.88	31.1	24.99	6.94
4.5	24.0	8.66	2.40	24.6	9.84	2.73	25.8	11.02	3.06	26.5	12.21	3.39	27.5	13.55	3.76	28.4	15.91	4.41	29.6	17.19	4.77	30.8	19.10	5.30	31.4	22.53	6.25	32.4	26.58	7.38
5.0	24.7	9.15	2.54	25.4	10.41	2.89	26.5	11.66	3.23	27.3	12.91	3.58	28.3	14.32	3.97	29.2	16.80	4.66	30.4	18.16	5.04	31.6	20.18	5.60	32.3	23.80	6.61	33.4	28.09	7.80
5.5	25.3	9.63	2.67	26.0	10.95	3.04	27.1	12.28	3.41	27.9	13.56	3.77	28.9	15.06	4.18	29.8	17.64	4.90	31.1	19.09	5.30	32.2	21.21	5.89	33.0	25.02	6.95	34.2	29.53	8.20
6.0	25.9	10.09	2.80	26.7	11.48	3.18	27.7	12.87	3.57	28.6	14.22	3.95	29.4	15.78	4.38	30.3	18.45	5.12	31.6	19.98	5.58	32.6	22.19	6.16	33.5	26.19	7.27	34.7	30.91	8.58
6.5	26.4	10.53	2.92	27.3	11.99	3.32	28.2	13.46	3.73	29.1	14.85	4.12	29.8	16.46	4.57	30.7	19.22	5.34	31.9	20.84	5.78	32.8	23.14	6.42	33.8	27.32	7.58	35.0	32.24	8.95
7.0	27.0	10.96	3.04	27.9	12.48	3.46	28.7	14.03	3.89	29.6	15.46	4.29	30.2	17.13	4.75	31.0	19.97	5.54	32.1	21.67	6.02	32.9	24.06	6.88	33.9	28.41	7.89	35.2	33.53	9.31

85 EWPSH-LPN



LPN



Bars	3/8" = 9.53 mm			7/16" = 11.11 mm			1/2" = 12.70 mm			5/8" = 15.88 mm		
	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s	M	M3/h	L/s
1.5	15.6	4.3	1.2	17.3	5.7	1.6	18.4	7.2	2.0	19.5	10.9	3.0
2.0	17.3	5.0	1.4	19.2	6.5	1.8	20.6	8.3	2.3	21.8	12.6	3.5
2.5	18.9	5.6	1.5	21.0	7.3	2.0	22.7	9.3	2.6	24.0	14.1	3.9
3.0	20.4	6.1	1.7	23.0	8.0	2.2	24.8	10.2	2.8	26.3	15.5	4.3
3.5	22.0	6.6	1.8	24.9	8.7	2.4	26.9	11.0	3.1	28.6	16.8	4.7
4.0	23.7	7.1	2.0	26.8	9.2	2.6	29.1	11.8	3.3	31.0	18.1	5.0



LE DRAINAGE AGRICOLE

Depuis des siècles, les hommes se sont occupés d'améliorer leur niveau de vie par l'exploitation de la terre et d'industrialisation de leurs moyens de production.

Ceci se faisait de différentes manières. On essayait d'augmenter la surface des terrains cultivables en endiguant par exemple la mer. D'autre part, on commençait à construire des barrages pour irriguer les terrains qui restaient trop secs en été.

Au temps de Babylone, on essayait déjà d'employer des tuyaux de poterie pour le drainage (1900 avant J. C.). Nous avons appris beaucoup de choses intéressantes sur le Drainage grâce à « Columella », dans son œuvre de « Rerustica » (100 après J. C.;

L'industrialisation de la fabrication des drains a commencé vers l'année 1843 quand l'anglais « Parkes » a construit une presse pour la fabrication des drains.

Jusqu'à l'arrivée des tuyaux en matière plastique pour le drainage, il n'y a pas eu de développement important.

CAUSE DE L'HUMIDITE DU SOL

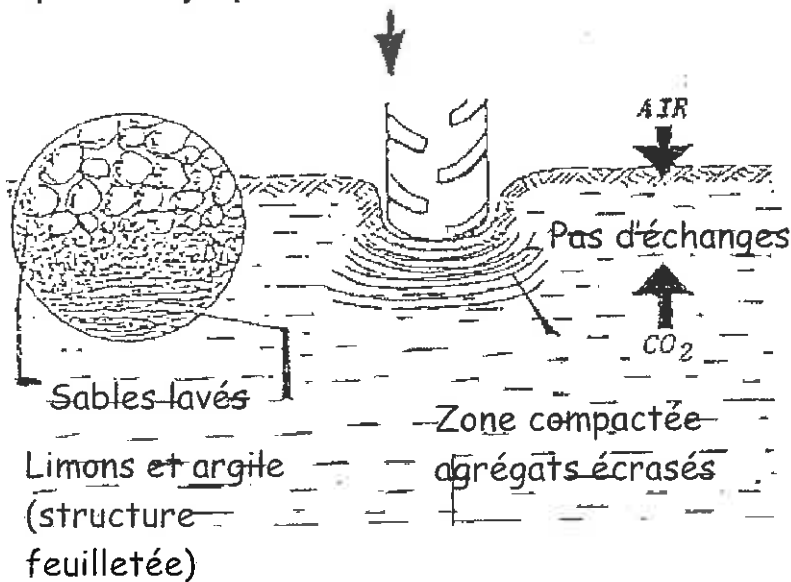
En beaucoup d'endroits, en Europe, l'équilibre de l'humidité de la terre ne correspond pas aux nécessités des cultures. Il se produit des points d'accumulation d'eau. Quelles sont les raisons de cette humidité dangereuse ?

- a) Ecoulement insuffisant.
- b) Inondation provoquée par la crue des rivières.
- c) Niveau très haut de la nappe souterraine.
- d) Vitesse de perméabilité trop lente.

Les conséquences de l'excès d'eau dans le sol

L'excès d'eau altère
les propriétés physiques,
les propriétés chimiques
les propriétés biologiques du sol.

Propriétés Physiques



La structure se dégrade en surface, par la batance des pluies sur le sol gorgé d'eau : les éléments fins se soudent en masse.
plus profondément, par le tassement des agrégats sous le poids des pneus et des animaux.

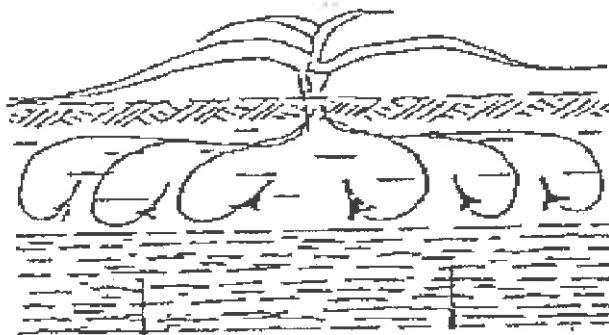
Le sol est moins aéré
Les échanges gazeux sont limités par l'engorgement de la porosité par l'eau
Le sol est plus froid à cause de la présence abondante de l'eau.

Les propriétés chimiques

Le sol se décalcifie puis s'acidifie
Le milieu devient « réducteur » .
Les oxydes ferriques sont réduits en oxydes ferreux et forment les « taches de gley ».

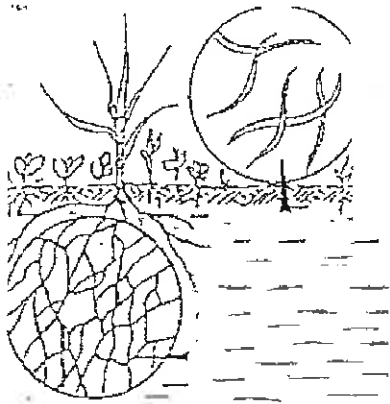
Les propriétés biologiques

Obstacle mécanique (semelle)

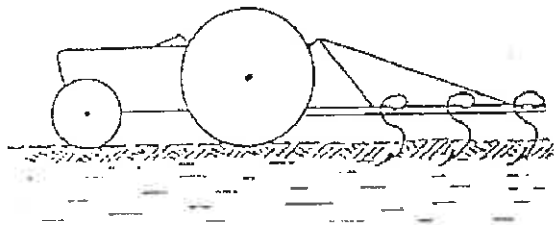


Les racines se développent et se nourrissent mal :
elles pénètrent peu les zones compactes et les "semelles"
elles sont intoxiquées par les produits des fermentations anaérobies
faute de microbes aérobies, elles se nourrissent mal.

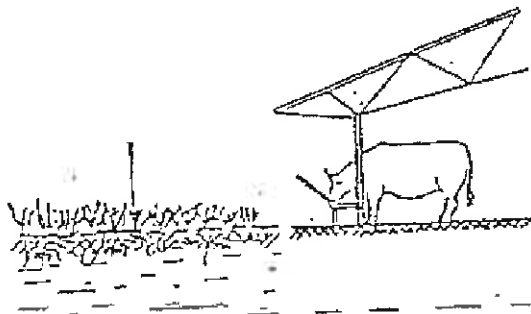
Obstacle mécanique (semelle) ———— Obstacle biochimique (putréfaction)



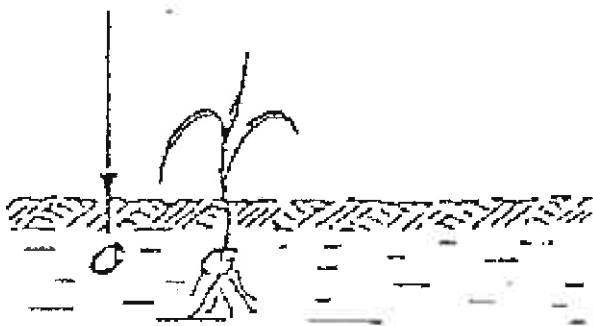
Les mauvaises herbes se développent et sont difficiles à détruire
 Les champignons parasites prolifèrent
 Les parasites internes (digestifs, respiratoires et hépatiques), trouvent dans les prés trop humides un milieu favorable à leur cycle.



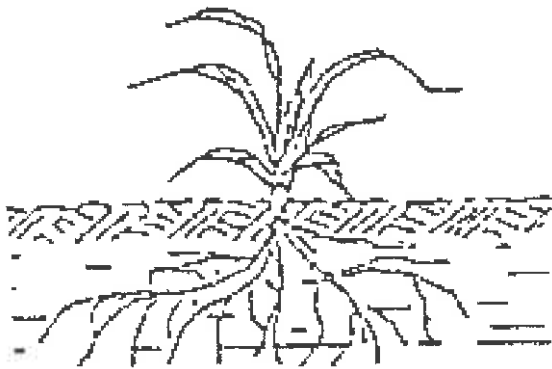
L'adhérence est plus faible :
 Le patinage allonge la durée du travail et son coût
 La traction augmente avec le taux d'humidité et l'efficacité du travail diminue
 Les périodes favorables au travail du sol sont écourtées



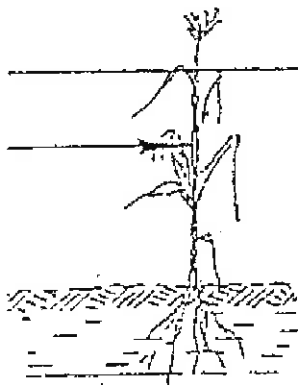
Le parasitisme interne nécessite :
 des traitements coûteux
 la limitation des périodes de pâturage en été
 Le tassement des prairies trop humides réduit les périodes de pâturage précoce et tardif.



La période végétative est écourtée
 par des semis tardifs et une levée difficile
 par le choix nécessaire de variétés précoces moins productives



La croissance des plantes est lente surtout si elles sont sensibles à l'asphyxie : blé et orge, luzerne, ray-grass...



La récolte est difficile si elle est tardive (maïs, betteraves).

LES AVANTAGES DU DRAINAGE

Son rôle est de rétablir le niveau de l'eau voulu là où il a été dérégulé, et cela le plus rapidement possible.

Il facilite le ressuyage qui permet les travaux culturaux, la circulation d'air dans le sol se fait plus rapidement elle contribue au réchauffement du sol et permet un démarrage de la végétation plus précoce.

Il évite le développement des maladies des plantes et favorise l'enracinement en profondeur.

Le drainage provoque l'écoulement des eaux en posant des conduites primaires, des collecteurs, et des conduites d'écoulement.

Les conduites primaires ou principales ne doivent pas dépasser des longueurs de 200 mètres dans le cas de drainage oblique et 150 mètres en cas de drainage en longueur. On peut employer un système de drainage comme :

- a) Drainage complet.
- b) Drainage échelonné.
- c) Drainage partiel.
- d) Amélioration de l'écoulement.

Le drainage complet est utilisé là où nous avons de la terre lourde. Quand on n'est pas sûr du système de drainage à employer, on suit la méthode empirique en plusieurs tranches. Le drainage partiel est nécessaire dans le cas où l'on a des flaques d'eau limitées à quelques endroits.

PROFONDEURS DES DRAINS

Quand on pose des conduites de drainage, il faut particulièrement faire attention à la profondeur. Quand on la choisit bien on est assuré du bon résultat.

Avant d'en parler, il faut que nous expliquions d'abord comment l'eau pénètre dans les drains.

Comme il a été observé, l'eau ne pénètre dans les drains que quand le niveau de la nappe souterraine atteint la profondeur du drain. L'eau pluviale qui descend forme entre les conduites primaires une nappe élevée : elle reçoit une pression plus importante qui se dirige à l'intérieur dans la direction des drains et pénètre par les côtés et en dessous. Il faut donc en conclure que le plus grand volume d'eau entre dans les drains en dessous et sur les côtés.

On emploie les profondeurs indiquées dans les qualités de terre suivantes :

Profondeur en Moyenne

a) Terre difficilement pénétrable	0,8 -	1,00
b) Sol moyennement pénétrable	1,0 à	1,33
c) Sol moyennement pénétrable où l'on fait des cultures maraîchères	1,3 -	1,50
d) Sol moyennement pénétrable où l'on fait la culture de la vigne	1,5 -	1,80
e) Les prairies permanentes	0,7 -	1,00

Il est conseillé de respecter les distances suivantes entre les drains afin de s'assurer un bon résultat.

DISTANCES DES DRAINS

Eloignement des drains en moyenne

<u>Nature du sol</u>	<u>Champs cultivés</u>	<u>Prairies</u>
Argileux lourd	9	10
Argileux	10	12
Limoneux argileux	12	15
Limoneux	15	18
Limoneux sableux	18	22
Sable limoneux	22	26
Sable	26	31

Le drainage agricole (DDAF Ain)

En agriculture, le **drainage** est une opération qui consiste à favoriser artificiellement l'évacuation de l'eau gravitaire présente dans la macro-porosité du sol à la suite de précipitation. Cette évacuation peut utiliser des fossés ou des drains. Les fossés, creusés dans le sol, constituent une solution économique mais peu adaptée à l'agriculture mécanisée. Les drains sont enterrés dans le sol à une profondeur et un écartement calculés. Ils sont conçus d'éléments en terre cuite, emboîtés les uns dans les autres, pour les plus anciens, en tube plastique flexible perforé et parfois recouvert d'une mousse synthétique pour empêcher l'entrée des racines à l'intérieur du drain. La mise en place de grands réseaux de drainage est une opération coûteuse, nécessitant une collaboration entre agriculteurs, administrations (DDAF et DIRENs en France), commune et bureau d'étude et riverains.



Au XX^e siècle la mécanisation des moyens de drainage a permis un drainage plus complet, plus rapide, radical et profond, bouleversant peu à peu les paysages alluviaux et les écosystèmes humides

Drainage agricole



Visant à améliorer l'exploitation des terres agricoles, le drainage est une opération foncière lourde consistant à évacuer l'eau excédentaire d'un sol à l'aide de tuyaux enterrés, les drains. Bénéficiant d'aides financières, cette pratique s'est considérablement développée. Elle suscite aujourd'hui beaucoup d'interrogations quant à ses impacts environnementaux.

Les études du Cemagref tendent notamment à démontrer que le drainage réduit fortement le ruissellement en augmentant la capacité de stockage de l'eau dans le sol.

Le drainage est surtout à l'origine de la perturbation et de la régression des zones humides dans lesquelles cette activité a parfois été mise en place afin de rendre exploitables des sols impropres à l'agriculture. Il modifie le fonctionnement hydrologique de ces milieux qui évacuent plus rapidement l'eau et perdent leur pouvoir naturel de régulation et d'épuration voire disparaissent en totalité par assèchement. La faune et la flore qui leur sont associées sont en conséquence bouleversées (source : Institut Français de l'ENvironnement (IFEN)).

Compte-tenu de l'ensemble de ces incidences, la mise en œuvre de tout projet de drainage doit s'accompagner d'un ensemble de précautions à respecter (Cemagref). Elle doit dans tous les cas être associée à une fertilisation raisonnée des cultures.

La loi n°92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau et les décrets n°93-742 et n°93-743 du 29 mars 1993 pris pour l'application de son article 10 (articles L.214-1 à L.214-6 du code de l'environnement) prévoient des dispositions particulières dans le cas de travaux de drainage concernant une superficie supérieure à 20 hectares. Ceux-ci relèvent alors de la rubrique 4.2.0 de la nomenclature d'application du décret n°93-743 (bien que, selon leur nature, les opérations de drainage peuvent relever de rubriques complémentaires) et sont soumis à déclaration lorsque la superficie à drainer est inférieure à 100 hectares et à autorisation lorsque ce seuil est dépassé. Dans les deux cas, le pétitionnaire doit entre autres produire un document d'incidence du projet de drainage sur la ressource en eau et le milieu aquatique. L'administration peut influencer sur l'opération de drainage par le rappel des prescriptions générales à respecter ainsi que par la définition de prescriptions complémentaires dans le cas d'opérations soumises à autorisation.

Le drainage agricole

Intérêt du drainage

Le drainage agricole est une opération d'amélioration foncière lourde qui a pour but d'éliminer l'eau excédentaire dans les sols, par la pose de tuyaux enterrés. Sa mise en œuvre dans les sols hydromorphes assure une meilleure exploitation des terres agricoles, en régularisant et sécurisant la production et en améliorant les conditions de travail et d'accès au champ. Le drainage a aussi des conséquences sur l'environnement. En augmentant la porosité des sols et la capacité de stockage de l'eau, il diminue les risques d'érosion en limitant le ruissellement de surface et la sédimentation des fossés.

Mise en œuvre du drainage

La complexité des phénomènes hydrauliques et la grande variabilité des types de sol et des situations exigent une parfaite connaissance du milieu pour élaborer un réseau de drainage efficace.

La connaissance du sol

Une étude pédologique est nécessaire pour caractériser le type de sol et rechercher l'origine et la circulation de l'eau. La définition des différents horizons et leur profondeur, la localisation de la couche imperméable, la texture du sol et sa composition minéralogique, la présence de traces de rouille ou de concrétions ferro-manganiques sont autant d'indicateurs qui permettent de préciser les caractéristiques techniques du drainage : profondeur et écartement des drains, choix du type de machine (trancheuse, sous-soleuse), utilisation de drains enrobés et matériaux filtrants...

La topographie

La pose des drains est conditionnée par le relief et la pente. Un relevé topographique précis est réalisé par un géomètre. Il permet de mettre en évidence les mini-dépressions du terrain, d'orienter le sens des drains et de vérifier les niveaux des fossés. Le relevé topographique permet aussi de disposer de la surface exacte à drainer et des limites de parcelles.

La conception du projet et la réalisation des travaux

A partir des éléments d'information fournis par le pédologue et le géomètre, la conception du projet peut se réaliser. L'emplacement des collecteurs et leur diamètre calculé en fonction de la surface drainée et de la pente, ainsi que les panneaux de drains raccordés sur les collecteurs, sont dessinés sur un plan. A l'appui de ces données, l'entreprise de drainage établit un devis et après accord réalise les travaux. Ceux-ci ont lieu quand les parcelles sont libérées, à partir des mois de septembre, et se poursuivent durant l'hiver.

Il est important de réaliser les interventions dans des bonnes conditions pour s'assurer du bon fonctionnement du drainage. Après le passage des machines, les tranchées doivent être refermées rapidement pour éviter des colmatages sur le drain. De même, les interventions culturales doivent être faites dans de bonnes conditions, pour éviter le compactage des tranchées.

L'après-drainage

Une terre drainée a subi une opération chirurgicale. Il convient donc de prendre des précautions pour éviter des accidents. Après le nivellement des tranchées avec un engin à disque ou une herse animée, le labour est généralement indispensable pour cultiver la parcelle. Il est impératif de le réaliser en conditions de ressuyage suffisant, pour éviter de compacter le sol et la tranchée, ce qui nuirait à l'efficacité du drainage.

Le choix des cultures après drainage est important. Il faut éviter des plantes à système racinaire pivotant comme le colza ou des légumineuses (luzerne) en 1^{ère} année de culture.

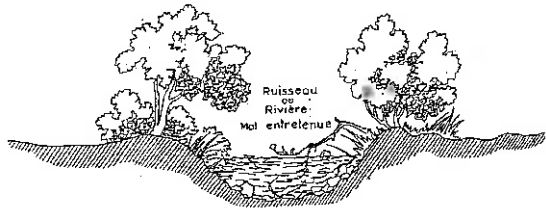
Une analyse de sol s'avère utile pour faire le point sur la fertilité et élaborer un plan de fumure approprié à la parcelle traitée.

Dans certaines situations et en présence de sols très lourds, où l'effet de tranchée est limité, ou pour casser les anciennes semelles de labour, il est conseillé de faire un travail en profondeur avec un sous-soleur, à condition de travailler en été et dans des conditions très sèches.

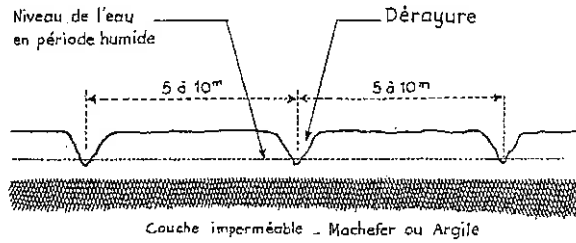
AVANT TOUT DRAINAGE

PENSONS AUX COLLECTEURS (ÉMISSAIRES)

La plupart des ruisseaux et rivières sont mal entretenus



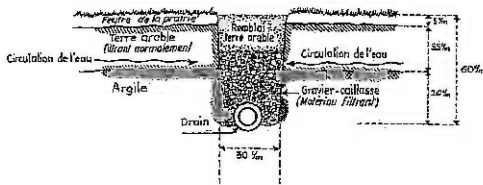
BILLONS TRADITIONNELS



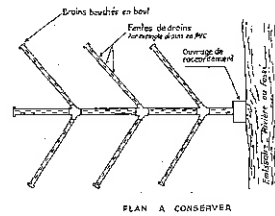
- Solution efficace si la dérature débouche sur un collecteur
- Mais mécanisation pénible

DRAINAGE EN TERRAINS ARGILEUX

DRAINS POTERIE



PLAN COURANT. RÉSEAU DE DRAINAGE POTERIE ou P.V.C.



DRAINS EN P.V.C.

