

République du Niger



Fraternité – Travail – Progrès



REPUBLIQUE DU NIGER

Ministère du Plan

Programme Nigéro – Allemand de Promotion
de l'Agriculture Productive

PromAP

Composante 2



AFC

Consultants International

MODULE DE FORMATION : INSTALLATION ET MAINTENANCE DU SYSTEME D'IRRIGATION EN RESEAU CALIFORNIEN



Janvier 2019

Table des matières

Sigles et abréviations	4
Liste des tableaux	5
Liste des images	5
Liste des figures	5
Introduction	6
I. PRINCIPE ET ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU CALIFORNIEN	7
1.1. Définition et principe du réseau californien.....	7
1.2. Domaine d'utilisation	7
1.3. Équipements types rencontrés.....	8
1.4. Description du réseau	8
1.5. Qualités et inconvénients des tuyaux PE	12
II. ESTIMATION DES BESOINS EN EAU.....	13
2.1. Définition.....	13
2.2. Besoins nets en eau des cultures	13
2.3. Besoins en eau bruts	13
2.4. Débit d'équipement (Qe) ou Débit Maximum de Pointe (DMP).....	14
III. CALCUL DES DEBITS ET CHOIX DES DIAMETRES	15
3.1. Calcul de diamètres	15
3.2. Choix de conduites	15
IV. SCHEMA DE RESEAU CALIFORNIEN ET SA MISE EN ŒUVRE	18
4.1. Méthodes d'élaboration d'un schéma de réseau californien	18
4.2. Description des tuyaux.....	19
4.3. Description des éléments constitutifs pour la mise en place des tuyaux.....	22
V. ETABLISSEMENT D'UN DEVIS	25
<i>Tableau 5 : titre</i>	26
VI. INSTALLATION ET MAINTENANCE DU RESEAU CALIFORNIEN.....	27
6.1. Choix, transport et entreposage des matériaux.....	27
6.2. Tracé, matérialisation et fouille.....	27
6.3. Raccordement et assemblage des tuyaux PVC	28
6.4. Raccordement des tuyaux PE.....	32
6.5. Essai d'un réseau californien avant l'enfouissement des conduites et la mise en service ³⁴	
6.6. Réparation des fuites et entretien du réseau.....	34
VII. MISE EN ŒUVRE D'UN SYSTEME DE RESEAU CALIFORNIEN	36
7.1. Les outils de travail	36
7.2. Comment couper un tuyau avec scie à métaux.....	36
7.3. Emboîtement de tuyau	37
7.4. Maquette d'un réseau californien	37
7.5. Phase de la fouille en pleine masse	38

7.6.	Phase d'installation	38
7.7.	Phase d'essai du réseau californien.....	39
7.8.	Phase de fixation des bornes et les cônes de déjection	40
7.9.	Phase de maintenance	40
7.10.	Devis pour la mise en œuvre.....	41
	Bibliographie	42

Sigles et abréviations

ETP : Evapotranspiration potentielle

GIZ : Coopération technique allemande

KC : Coefficient cultural

PE : Polyéthylène

PET : Polyéthylène

PP : Polypropylène

PromAP : Programme Nigéro-allemand pour la promotion de l'agriculture productive

PSRCA/PI : Plan Stratégique de renforcement des compétences des acteurs de la petite irrigation

PVC : Polyvinyle de chlorure

SPIN : Stratégie de la Petite Irrigation au Niger

Liste des tableaux

Tableau 1 : Description des raccords	22
Tableau 2 : Comparaison des tuyaux PVC et PE	24
Tableau 3 : Modèle de devis pour l'installation d'un réseau californien.....	25
Tableau 4 : Dimensionnement d'un réseau Californien.....	26
Tableau 5 : Devis d'installation d'un RC	41

Liste des images

Image 1 : Codification des tuyaux PVC	20
Image 2 : Tuyaux PVC	20
Image 3 : Tuyaux PP	21
Image 4 : Tuyaux PE.....	22
Image 5 : Tuyau raccordé.....	31
Image 6 : Types de colle	31
Image 7 : Raccordage à tuyau PE	33
Image 8 : Outils de travail avec les tuyaux PVC et PE.....	36
Image 9 : Lame à scie avec les écritures (Flèche) en sens inverse (Poisson)	36
Image 10 : Coupe de tuyau	37
Image 11 : Chalumeau à gaz	Image 12 : Emboitement d'un tuyau PVC . 37
Image 13 : Maquette du réseau californien.....	38
Image 14 : Fouille du réseau principal.	Image 15 : Fouille du réseau secondaire 38
Image 16 : Pose réseau avec 3 bornes	Image 17 : Pose réseau secondaire..... 39
Image 18 : Bornes centrales en marches	39
Image 19 : Borne de fin réseau en marche.....	40
Image 20 : Fixation des bornes (manchons).....	40

Liste des figures

Figure 1 : Coupe d'un système d'irrigation par réseau californien.....	7
Figure 2 : Schéma type d'un réseau californien	8
Figure 3 : La borne d'alimentation (ou d'arrosage)	10
Figure 4 : Différents types de borne.....	11
Figure 5 : Bassin de dissipation en pierres	11
Figure 6 : Bassin de dissipation en demi-tonneau	12
Figure 7 : Schéma d'un dispositif californien.....	18
Figure 8 : Plan de répartition des composantes du réseau	19

Introduction

Le Niger a inscrit l'irrigation en générale et la petite irrigation en particulier parmi les stratégies résilientes les plus efficaces pour lutter contre les effets du changement climatique et pour améliorer la productivité agricole et les revenus des populations rurales. A ce titre, le Gouvernement du Niger a élaboré, avec l'appui de la Coopération Technique Internationale Allemande (GIZ), la Stratégie de la Petite Irrigation au Niger (SPIN) qui a été adoptée par le Conseil des Ministres le 10 avril 2014. L'objectif de la SPIN est de doter le pays d'un cadre d'orientation en matière de la petite irrigation en tant que vecteur important pour la sécurité alimentaire et l'adaptation de l'agriculture nigérienne au changement climatique. Pour accompagner le Niger dans la mise en œuvre de cette Stratégie, l'Allemagne et le Niger ont initié le Programme de Promotion de l'Agriculture Productive (PromAP). Ce programme, qui est à sa 2ème phase, vise à promouvoir l'exploitation agricole durable à travers une stratégie d'intervention basée sur l'appui-conseil aux producteurs et productrices évoluant dans la petite irrigation (PI). Le PromAP est constitué de trois composantes : (i) Composante 1 : Conseil à la politique sectorielle de l'agriculture de la petite irrigation ; (ii) Composante 2 : Renforcement des capacités des prestataires de services pour la petite irrigation ; (iii) Composante 3 : Appui aux producteurs/productrices de la petite irrigation.

La composante 2 : Renforcement des capacités des prestataires de services pour la petite irrigation a pour objectif d'améliorer les services rendus par les prestataires étatiques et privés dans le domaine de la petite irrigation.

Le Plan Stratégique de Renforcement des Capacités des Acteurs de la Petite Irrigation (PSRCA/PI) a été l'un des premiers documents annexes de la SPIN. Il constitue un cadre d'orientation pour l'ensemble des interventions dans le renforcement des compétences en petite irrigation. Il prévoit pour la décennie 2014-2024, l'élaboration de cent douze (112) modules de formation regroupés dans vingt-sept (27) curricula. La gestion de l'eau d'irrigation constitue l'une des thématiques prioritaires du PSRCA/PI. C'est pour répondre à cela que la composante 2 du PromAP a lancé la présente étude afin d'élaborer un (1) module de formation sur « la distribution de l'eau d'irrigation par le réseau californien ».

Ce module a été élaboré par ADAMOU Mahaman Moustapha, enseignant-chercheur au Département « Génie rural, Eaux et Forêts » de la Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey.

I. PRINCIPE ET ELEMENTS CONSTITUTIFS DU RESEAU CALIFORNIEN

1.1. Définition et principe du réseau californien

Le réseau californien a été inventé en Californie (USA) pour l'irrigation des agrumes. Le principe du système californien consiste à distribuer l'eau aux cultures par des tuyaux souterrains en PVC rigide ou en PE de différents diamètres (40, 50 ou 63 mm).

Le principe du système californien consiste à acheminer l'eau par des tuyaux PVC rigide (diamètre fonction des débits) enterrés et comportant des bornes de distribution ou cheminées verticales en PVC. Ces bornes sont raccordées à ces tuyaux à intervalles réguliers et implantées aux points le plus haut des parcelles, ce qui permet de desservir tout le champ.

Il peut être associé avec les films plastiques, et les pommes d'arrosoir pour la distribution de l'eau.

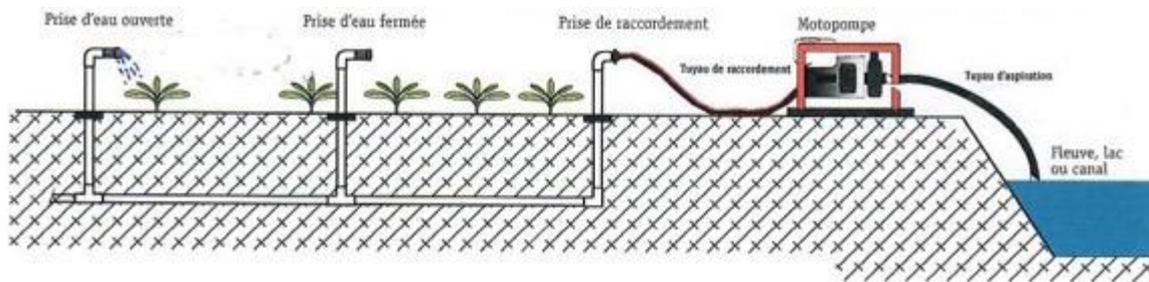


Figure 1 : Coupe d'un système d'irrigation par réseau californien

Il faut noter que le système nécessite une mise en charge par pompage direct avec une motopompe ou avec une pompe à pédales aspirante-refoulante.

Couramment il est utilisé les systèmes à basse pression, dans lesquels la pression requise est de 2 à 3,5 bars.

1.2. Domaine d'utilisation

Le système californien est un système qui réduit considérablement les pertes d'eau (sol sableux) et améliore ainsi l'efficacité de l'irrigation. Il est adapté pour les parcelles maraîchères, rizicoles, arboricoles, les parcelles à sols sableux, parcelles à contre-pentes.

C'est une technologie d'irrigation efficace pour les petits exploitants agricoles et pour les groupes de petits exploitants agricoles, destiné au transport efficace de l'eau vers les champs et les cultures. En général, la plupart des matériaux (tuyaux en PVC ou PEP, tuyaux souples) sont disponibles localement et les exploitants agricoles peuvent installer le système avec une assistance technique minimale, ou avec l'aide de techniciens d'irrigation privés formés localement. L'installation peut être individuelle ou collective.

Les surfaces irriguées vont de 1000 m² à 2 ha, voire plus dans la mesure où le débit de pompage détermine la superficie irrigable.

1.3. Équipements types rencontrés

Les types de combinaison des différents équipements qu'on rencontre dans un réseau californien sont :

- Source d'eau (Eau de surface, puits ou forage) + Pompe à Motricité Humaine + Californien
- Source d'eau (Eau de surface, puits ou forage) + Motopompe + Californien
- Forage + Pompe immergée + Californien

Le système à basse pression (californien) est de plus en plus utilisé au Niger pour sa simplicité, son faible coût et son adaptabilité.

1.4. Description du réseau

On distingue deux types en fonction de la distribution de l'eau aux parcelles :

2.5.1 Le système californien avec amenée de l'eau jusqu'aux parcelles par des tuyauteries en PVC enterrées qui comporte :

- Le système de pompage et l'ouvrage de tête ;
- Une canalisation principale ;
- Des canalisations secondaires montées sur la conduite principale ;
- Une série des bornes de distribution ;
- Une série de petits bassins de dissipation.

Du bassin de dissipation, l'eau est ensuite distribuée de manière traditionnelle à partir de rigoles de répartition ou des micro-bassins.

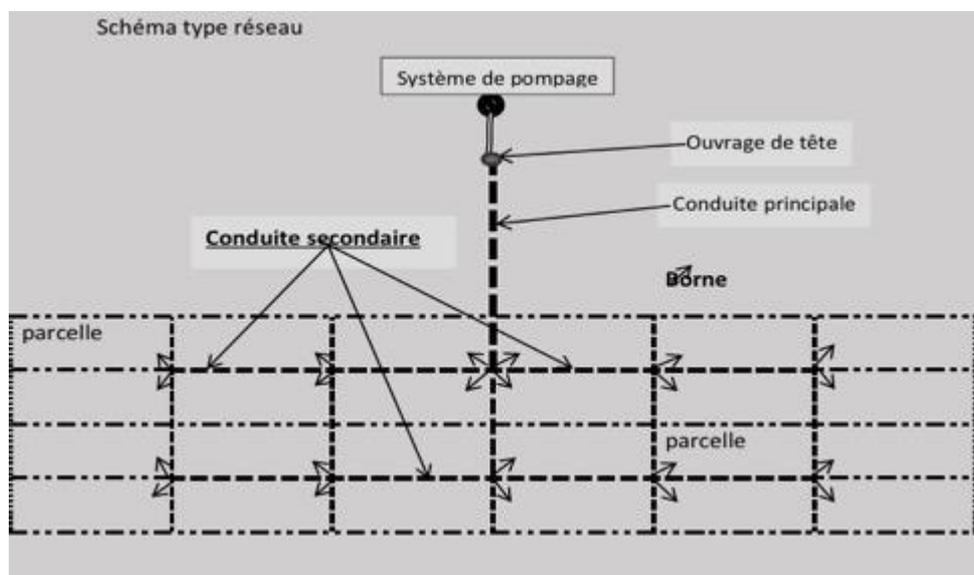


Figure 2 : Schéma type d'un réseau californien

2.5.2 Le système californien avec amenée de l'eau jusqu'aux parcelles par canal à ciel ouvert qui comporte :

- Le système de pompage et l'ouvrage de tête ;
- Une canalisation télescopique ;
- Des bornes de distribution ;
- Une série de petits bassins de dissipation ;
- Une série de canaux de distribution au départ des bassins.

L'ouvrage de tête :

Il comprend les vannes de réglage requises (sectionnement, contrôle, purgeur d'air) montées sur une section de conduite filetée en acier galvanisé à 60 cm au-dessus du sol, avec des sorties en té pour les robinets et le manomètre. Pour les petites installations l'ouvrage de tête est réduit à une simple borne d'alimentation.

Les canalisations enterrées :

Il s'agit des tuyaux PE faible pression (inférieur à 2 bars) type assainissement (faible coût) et de PE à moyenne pression (environ 4 bars) sont généralement les plus utilisés. Les tuyaux de longueur standard 6 m sont enterrés à 0,5 m – 0,80 m de profondeur pour les protéger des UV et des travaux agricoles. Il peut y avoir une conduite unique ou une conduite principale et des conduites secondaires.

Les bornes :

Elles permettent de distribuer l'eau d'irrigation. On distingue :

- Les bornes de distribution ;
- Les bornes d'alimentation.

La borne d'alimentation est située à proximité de la ressource en eau raccordée au système de pompage par l'intermédiaire d'un tuyau souple de refoulement.

Les bornes de distribution sont branchées sur les conduites principales ou secondaires et équipées d'une vanne de sectionnement (robinet-vanne) ou d'un bouchon de fermeture (couramment utilisé). Elles sont installées à des intervalles réguliers en fonction du type des sols, peuvent être montées en série ou en parallèle selon les dispositions des parcelles. En sol sableux, l'intervalle entre prises d'eau est de 30 m x 18 m ou 36 m x 18 m. Densité des prises d'eau : 10-15 par ha. Cette densité diminue en sol argileux et peut passer en dessous de 10 bornes par ha.

Les bornes peuvent être montées en série ou en parallèle selon les exigences du terrain et les besoins en eau des cultures. Elles sont installées à chaque 10 à 30 mètres selon le type de sol.

Les bornes sont constituées de :

- une rallonge (manchon) hors sol de 0,20 m
- un coude PE,
- un bouchon à vis ou fabriqué artisanalement permet d'assurer la fermeture de la borne et son étanchéité.
- la dalle de fixation : ceinture en béton de la borne pour assurer la rigidité et la stabilité de la base et évite tout affouillement ou détérioration
- le bassin de dissipation : il permet de réduire l'énergie de l'eau lors de sa sortie. Afin d'éviter tout affouillement ou détérioration des canaux. Le bassin peut être en béton, en brique, avec un demi-tonneau ou une vasque remplie de cailloux ou de débris végétaux.

L'allonge et le coude peuvent être solidaires collés ou emmanchés simplement. Dans ce dernier cas la borne est mobile et peut être tournée dans la direction voulue.

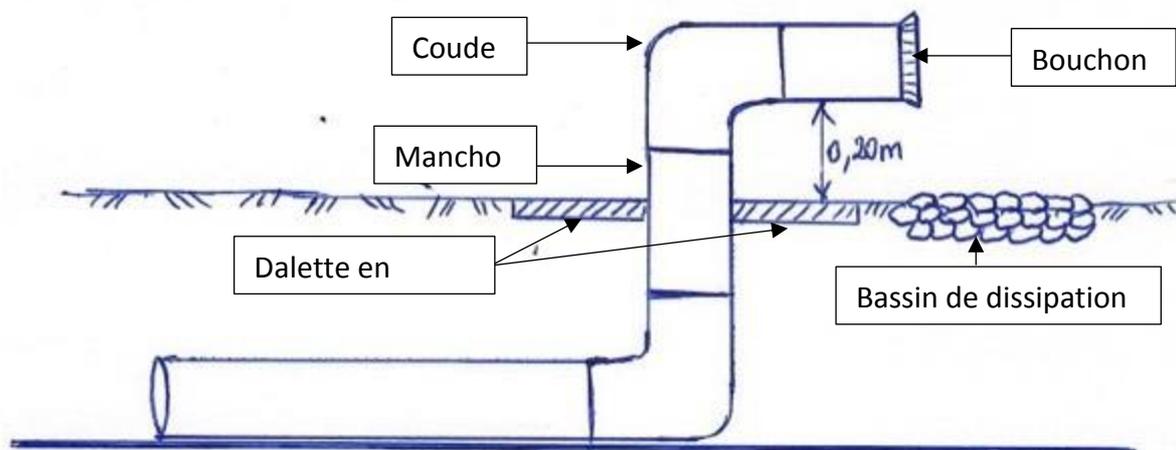


Figure 3 : La borne d'alimentation (ou d'arrosage)

Les bornes peuvent avoir plusieurs formes et ouvertures pour la sortie d'eau (figure 4) :

- les bornes en « Té » ;
- les bornes en « coude » ;
- les bornes à manchettes souples ;
- les bornes à orifice circulaire ;
- les bornes à orifice réglables.

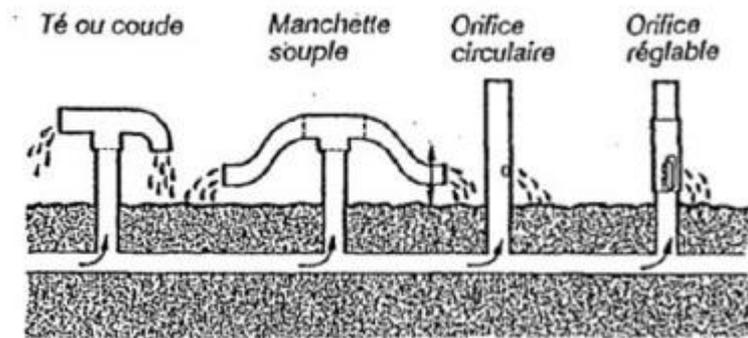


Figure 4 : Différents types de borne

Le bassin de dissipation :

Son objectif est de tranquilliser l'eau à la sortie de la borne avant de la répartir dans les canaux ou directement à la parcelle.

Il existe différents types de bassins (figures 6 et 7) :

- bassin en béton ou en brique ;
- bassin métallique (demi-tonneau) ;
- dalette en béton ;
- vasque creusée au niveau de la chute d'eau et remplie de cailloux ou des débris végétaux ;

De fois, un simple un morceau de vieille chambre à air posé au niveau de la chute d'eau permet de casser l'énergie de chute de l'eau.

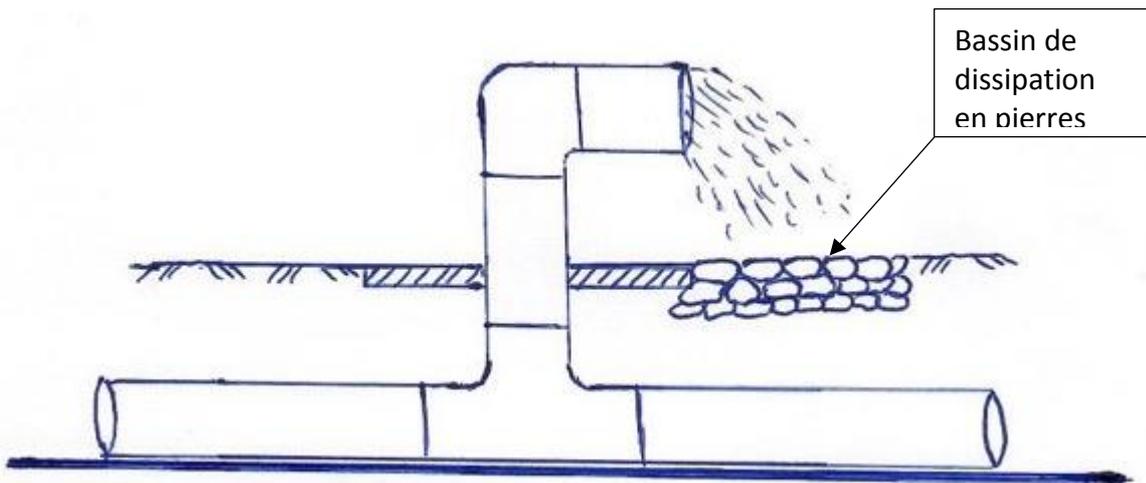


Figure 5 : Bassin de dissipation en pierres

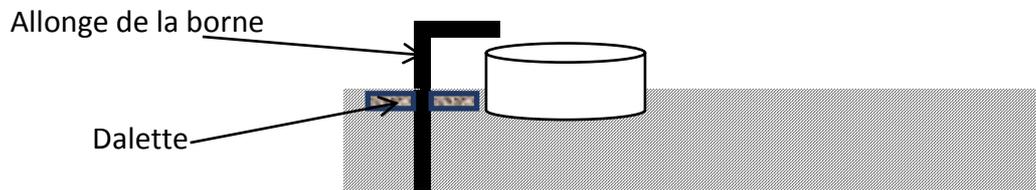


Figure 6 : Bassin de dissipation en demi-tonneau

Les accessoires (les éléments spéciaux) :

Il s'agit les vannes, les coudes, les réducteurs, les bouchons, les tés et les manchettes. Il faut ajouter les vannes de contrôle et les purgeurs d'air, le manomètre et le compteur volumétrique, équipements installés pour les grandes exploitations.

1.5. Qualités et inconvénients des tuyaux PE

Il existe deux gammes disponibles, toutes fabriquées en polypropylène (PP), un matériau avec beaucoup de qualité comprenant la résistance mécanique, thermique et chimique :

- Série Performance, idéalement adaptée pour des applications industrielles et de distribution d'eau ;
- Série Standard : idéal pour l'agriculture et le jardinage.

Les tuyaux en PP sont :

- très résistants contre les effets chimiques ;
- anticorrosifs ;
- facilement montables et démontables ;
- des matières plastiques respectueuses avec l'environnement.

Ils ont cependant un très haut coefficient de dilatation.

II. ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

2.1. Définition

Les besoins en eau¹ d'une plante c'est la quantité d'eau dont cette plante doit disposer à chaque période de son développement. La consommation en eau d'une culture à un instant donné est proportionnelle à l'ETP, selon un coefficient cultural (Kc).

2.2. Besoins nets en eau des cultures

Les besoins nets en eau des cultures s'expriment par :

$$B_n = K_c \times ETP$$

Où :

- B_n : besoins nets des cultures (mm)
- K_c : coefficient cultural
- ETP : Evapotranspiration potentielle de la période considérée

2.3. Besoins en eau bruts

L'irrigation doit couvrir les besoins en eau comme suit :

$$B_b = B_n / E_g$$

Exprimé en mm par jour, semaine ou décade, selon le pas de temps utilisé

B_b : besoins en eau bruts des cultures

E_g : efficacité globale du réseau d'irrigation = $E_r \times E_p$

Avec E_p : efficacité de l'irrigation à la parcelle et E_r : efficacité du réseau

Il est essentiel de connaître les besoins saisonniers locaux de l'eau des cultures lors de la planification des systèmes de production de cultures

Exemple 1:

Une parcelle de 0,4 ha de maïs a été semée au mois de juillet, l'Evapotranspiration potentielle (ETP) est d'environ 7 mm/j à cette période. Étant donné que le coefficient cultural K_c est égal à 0,4, quel sera les besoins journalier et hebdomadaire ?

Solution : Le besoin en eau journalier de la culture $BE_j = ETP \times K_c = 7 \text{ mm/j} \times 0,4 = 2,8 \text{ mm/j}$. Le besoin en eau hebdomadaire $BE_h = BE_j \times 7 \text{ jours} = 19,6 \text{ mm/semaine}$.

¹ La méthode détaillée d'analyse des besoins en eau est bien décrite dans le bulletin FAO n°24 "Besoins en eau des cultures".

Exemple 2 :

Une parcelle de tomates arrive à floraison au mois de janvier et l'ETP mesurée représente 37 mm la première semaine, 45 mm la deuxième semaine, 54 mm la troisième semaine et 42 mm la dernière semaine. Le coefficient cultural est de 1,1.

Quel est alors le besoin en eau de la parcelle de tomates pour le mois ?

Solution : Le besoin en eau hebdomadaire BEh = ETPh x Kc

- Besoin en eau de la 1^{ère} semaine BEh1 = 37 mm x 1,1 = 40,7 mm
- Besoin en eau de la 2^{ème} semaine BEh2 = 45 mm x 1,1 = 49,5 mm
- Besoin en eau de la 3^{ème} semaine BEh3 = 54 mm x 1,1 = 59,4 mm
- Besoin en eau de la 4^{ème} semaine BEh4 = 42 mm x 1,1 = 46,2 mm

Le besoin en eau pour le mois de janvier BEjanv = BEh1 + BE h2 + BEh3 + BEh4

$$\mathbf{BEjanv = 40,7 + 49,5 + 59,4 + 46,2 = 195,8 \text{ mm}}$$

2.4. Débit d'équipement (Qe) ou Débit Maximum de Pointe (DMP)

C'est le débit nécessaire à introduire dans le réseau pour pouvoir combler le déficit en eau du sol. C'est aussi le débit réel pour lequel le réseau devra être dimensionné, il tient donc compte de la durée réelle de l'irrigation en jours et en heures (durée moyenne de pompage en h par jour, nombre de jours par mois).

Il est donné par la formule suivante :

$$\mathbf{DMP \text{ (l/s/ha)} = Bbx10000 / (3600 \times Tj \times nj)}$$

Bb en mm.

Tj = Nombre d'heures d'irrigation dans la journée (en heures)

nj = Nombre de jours d'irrigation dans le mois considéré;

Exemple 3 :

Le volume maximum à délivrer est de 1280 mm/mois. Si l'on se base sur une durée de l'irrigation de 10 h/jour (de 8 h du matin à 18 h), et sur un nombre total de 26 j/mois, on aboutit à une durée totale d'irrigation de 260 h/mois. Le débit d'équipement est de 12800/260 = 49,2 m³/h/ha ou 1,37 l/s/ha.

III. CALCUL DES DEBITS ET CHOIX DES DIAMETRES

3.1. Calcul de diamètres

Le débit de dimensionnement des installations pour un périmètre d'une superficie donnée S est :

$$Q = \text{DMP} \times S \text{ (l/s)}$$

Où :

- DMP (l/s/ha) : débit maximum de pointe ;
- S (ha) : Superficie du périmètre.

Dans le réseau l'écoulement est en charge, l'eau remplit la conduite et n'est pas en contact avec l'atmosphère. Le diamètre nominal (DN)- diamètre extérieur du PVC et du PET- des conduites du réseau dépend du débit et de la vitesse d'écoulement. Afin d'assurer un meilleur rendement hydraulique et une grande durabilité du réseau de tuyauterie d'irrigation, le choix des diamètres intérieurs des tuyaux du système doit assurer une vitesse qui éviterait à l'eau d'être agressive vis-à-vis du tuyau (pour éviter les coups de bélier) et ne permettrait pas de dépôt. Il est conseillé d'avoir de vitesses comprises entre 1 m/s et 2 m/s.

Plusieurs formules permettent de calculer le diamètre des conduites en fonction du débit, nous retenons la formule suivante :

$$Q = 1,57 \times D^{2,308} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

D'où le diamètre théorique D :

$$D = \left(\frac{Q}{1,57}\right)^{1/2,308} \quad (\text{mm})$$

On prendra le diamètre commercial (standard) immédiatement supérieur.

Une fois le diamètre Standard adopté, on vérifie les conditions de vitesse :

$$V = \frac{4xQ}{3,14xD^2} \quad (\text{m/s})$$

3.2. Choix de conduites

Pour choisir une conduite, 3 critères importants : le matériau, la pression de service, le diamètre nominal

Les matériaux des conduites :

Pour des raisons de coût, de maniabilité et de mise en œuvre, les matériaux les plus utilisés jusqu'au diamètre 150 mm, sont le PVC et le PET (polyéthylène). Ces 2 matériaux n'ont pas les mêmes atouts et sont chacun adaptés à des situations précises.

Le polyvinyle de chlorure PVC est léger, facile à poser. C'est une matière qui se dégrade à la lumière, les conduites doivent donc être enterrées. Les conduites PVC sont des tubes rigides de 4 ou 6 m, à emboîtement avec joint d'étanchéité ou à coller. Elles sont sensibles aux chocs et à l'écrasement.

Le PE (polyéthylène) est une matière semi-souple, noire, qui supporte assez bien la lumière, les chocs et l'écrasement. On peut l'installer à l'air libre. Cependant, il est déconseillé de le laisser en plein soleil. Les températures extrêmes lui font perdre ses qualités de résistance à la pression. Les tuyaux se présentent en couronne de 50 ou 100 m de long.

La pression de service :

La pression de service (PS) est la pression à ne pas dépasser en fonctionnement. Les plus courantes sont : 4 - 6 bar.

Le choix du diamètre d'une conduite :

On choisit le diamètre d'une conduite en fonction du débit (voir ci-dessus) qui doit y transiter et des pertes de charge (ou pertes de pression) qui vont en résulter.

Dans une conduite, l'eau perd de l'énergie en se déplaçant à cause :

- des frottements avec la paroi interne du tuyau ;
- des frottements des particules d'eau entre elles ;
- des éléments présents sur le réseau (vannes, ...).

Avec un débit donné, lorsque les vannes du réseau sont ouvertes, la pression mesurée en un point de la conduite est appelée pression dynamique.

Lorsque toutes les vannes de distribution sont fermées, le débit dans une conduite est nul ; la pression augmente. Cette pression mesurée en un point donné est appelée pression statique.

La différence entre ces 2 pressions, au même point, est appelée pertes de charge ou pertes de pression.

On distingue :

- les pertes de charge linéaires dues à la conduite,
- les pertes de charge singulières dues aux éléments présents sur le réseau (les coudes, les réductions, les tés, les organes particuliers comme les crépines, les filtres, les vannes, les réducteurs de pression).

Pertes de charge = Pression statique - Pression dynamique

On détermine aussi les pertes de charge linéaires par la formule de Manning Strickler

$$j(m) = \frac{4^{10/3} * Q^2}{k_s^2 * D^{16/3} * 3,14^2} * L ;$$

L = longueur de la conduite

Ks = coefficient de Manning

Et pour les pertes de charges singulières au niveau des accessoires, on les considère égale à 10% des pertes de charge linéaires (j).

On utilise aussi les abaques qui sont des courbes établies à partir de mesures expérimentales et de calculs hydrauliques.

Rappel : 1 atm = 10 m d'eau = 1 bar = 1 kg/cm²

Exemple :

Si la perte de charge est de 2 m/100 m, pour une canalisation de 550 m, la perte de charge sur 550 m sera de $2 \times 5,5 = 11$ m soit 1,1 bar.

Important : *Ne pas sous-dimensionner une conduite enterrée : les besoins peuvent évoluer*

On choisira un diamètre plus important, pour minimiser les pertes de charge, si :

- la pression en entrée de réseau est faible ;
- la longueur du réseau est importante ;
- la topographie du réseau le justifie (cas d'une pente montante). Rappel : on perd 1 bar de pression pour 10 m de dénivelé positif.

Important : *la pression statique dans la conduite (vannes fermées), mesurée avec un manomètre, ne doit pas varier pendant au moins 15 minutes. Si elle baisse, c'est qu'il y a une fuite qu'il convient de chercher !*

IV. SCHEMA DE RESEAU CALIFORNIEN ET SA MISE EN ŒUVRE

4.1. Méthodes d'élaboration d'un schéma de réseau californien

- **Définition du système de distribution d'eau par réseau californien**

La distribution par réseau californien est un système de distribution d'eau d'irrigation qui permet d'acheminer l'eau par canalisations PVC enterrées jusqu'à des bornes de distributions verticales situées sur des points topographiques élevés afin d'alimenter des canaux gravitaires ou directement des plantes.

- **Définition du schéma**

Un schéma est un dessin simplifié offrant une représentation du fonctionnement ou de la configuration des éléments constitutifs d'un réseau californien.

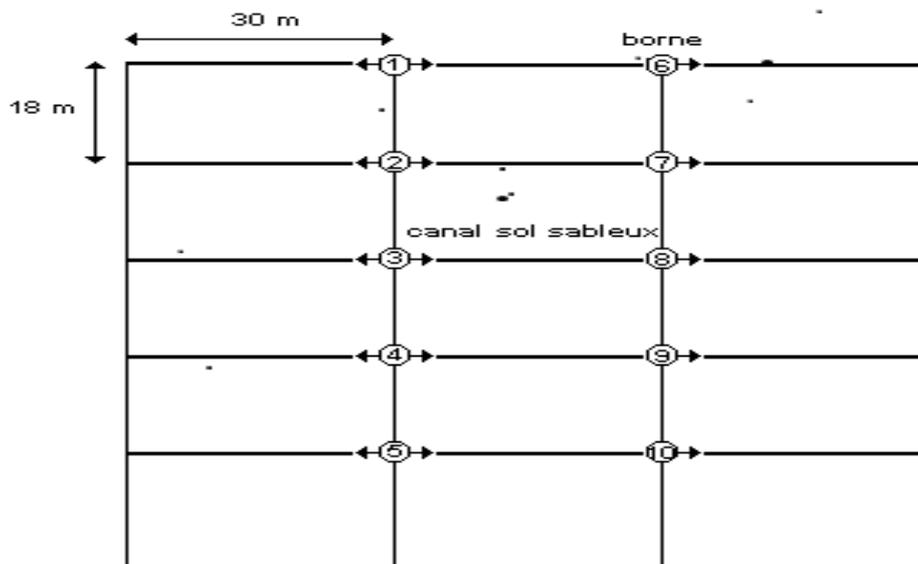


Figure 7 : Schéma d'un dispositif californien

Il y a deux méthodes pour la réalisation du schéma :

- à partir d'une carte : il est nécessaire de connaître la structure du sol ;
- sur la base de la réalité du terrain.

Remarques importantes à prendre en compte :

- Sur sol sableux, l'écartement entre les bornes est de 12 mètres ;
- Sur sol argileux, l'écartement entre les bornes peut aller jusqu'à 24 mètres ;
- la densité des bornes varie entre 9 et 49 bornes/hectare.

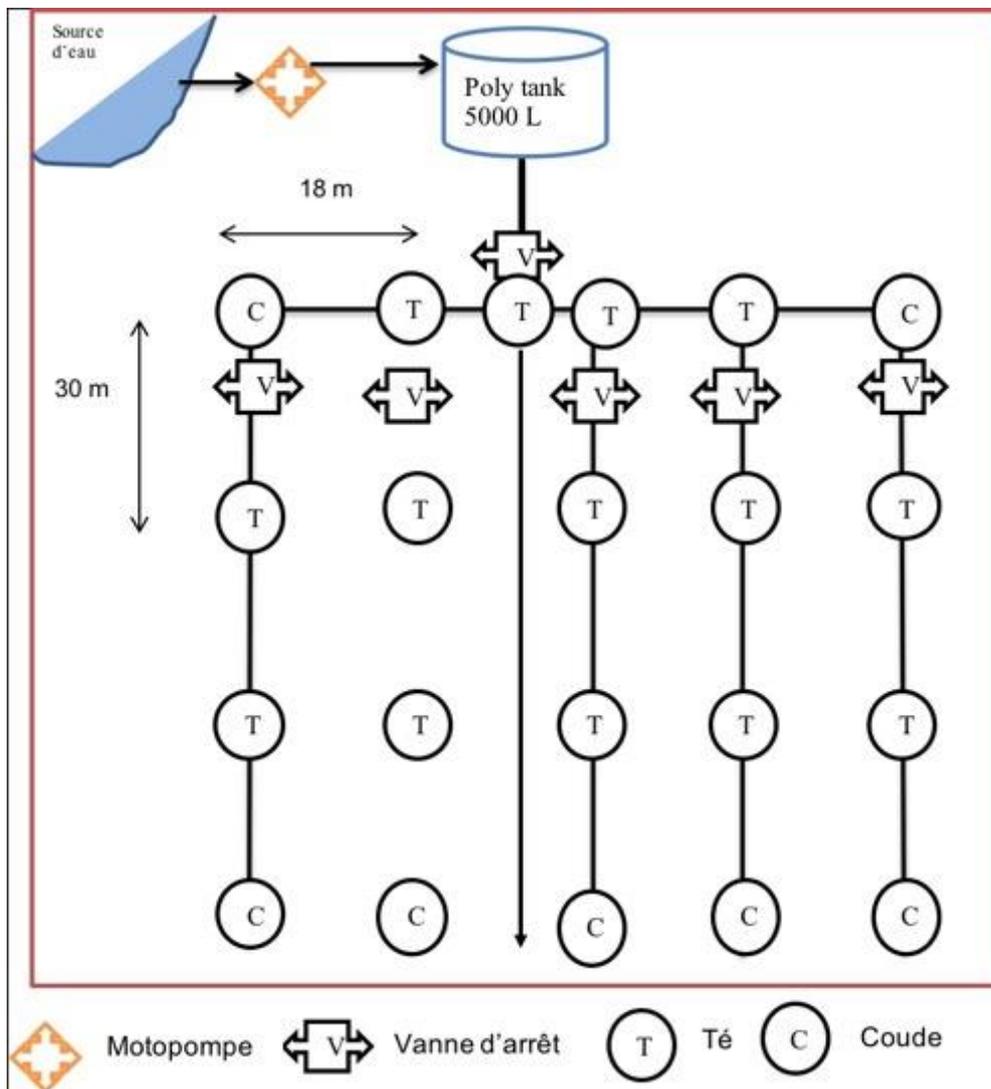


Figure 8 : Plan de répartition des composantes du réseau[F1]

4.2. Description des tuyaux

Les tuyaux sont essentiellement en matière plastique, qui présente plusieurs avantages :

- 100 % étanche, facile à mettre en œuvre.
- La réalisation de raccords se fait très simplement.

Identification du tuyau

Les tuyaux et les raccords sont choisis parmi une fabrication d'une marque de conformité aux normes.

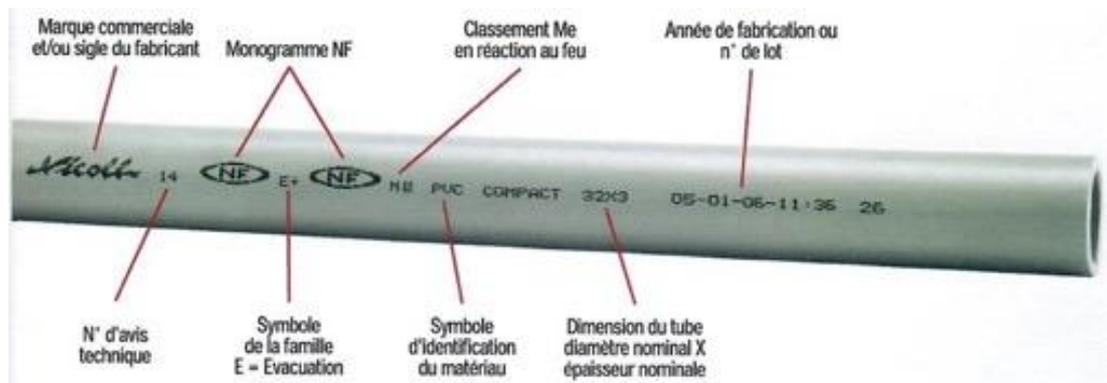


Image 1 : Codification des tuyaux PVC[F2]

A noter qu'on ne trouve pas le logo NFE sur certaines pièces non normalisées comme :

- Les tampons ou tés ;
- Les manchettes et coudes ;
- Etc.

Types de tuyaux en plastique

Les tuyaux en plastiques se distinguent suivant le type de matériaux utilisés pour leur fabrication.

a. Polychlorure de vinyle (PVC)

C'est le type de tuyau le plus utilisé au Niger dans la conduite des eaux, car présentant caractéristiques avantageuses :

- Relativement bon marché et utilisable dans de nombreuses applications.
- Facile à mettre en œuvre.
- Peu inflammable, auto-extinguible.
- Imperméable à de nombreuses substances, dont les huiles.

Cependant, le PVC est préjudiciable à l'environnement.



Image 2 : Tuyaux PVC

b. PP (polypropylène)

Plus cher, le PP est surtout utilisé par les industries. Il présente des avantages supplémentaires par rapport au PVC :

- Plus durable et plus écologique que le PVC ;
- Plage de températures plus importante.



Image 3 : Tuyaux PP[F3]

Bon à savoir : Les tuyaux d'évacuation rouge-brun sont utilisés pour les eaux usées. Les tuyaux d'évacuation gris sont utilisés pour l'eau de pluie[F4].

c. PE (Polyéthylène)

L'utilisation de tubes en PE est très étendue en raison des avantages qu'elle présente. Les plus importants sont :

- Poids léger ;
- Flexibilité ;
- Haute résistance aux chocs et à la corrosion libre ;
- Résistant dans le temps ;
- Faible coefficient de frottement, afin d'éviter l'accumulation de déchets ;
- Résistance thermique (hautes et basses températures) ;
- Installation possible en plein air ;
- Prix abordable ;
- Translucide, inerte, facile à manier, résistant au froid ;
- Unions collées ou soudées au solvant ne sont pas possibles ;
- Les unions peuvent être démontées.

On distingue deux familles :

- le PEBD (polyéthylène basse densité) bonne résistance chimique, olfactivement, gustativement et chimiquement neutre, facilement transformé et soudé ;
- le PEHD (polyéthylène haute densité).



Image 4 : Tuyaux PE

4.3. Description des éléments constitutifs pour la mise en place des tuyaux

Dans le réseau californien, les tuyaux sont enterrés. Le réseau est mis en place grâce à diverses pièces de raccordement et autres éléments indispensables.

a. La tranchée

C'est le trou qui sert à l'enfouissement des tuyaux PE au sol. Une profondeur de 60 cm et une épaisseur de 40 cm doit être respectée. la longueur de la tranchée est égale à la longueur du réseau.

Exercice pratique : Méthode de réalisation d'une tranchée et estimation du coût

b. Les pièces de raccordement

Ce sont des éléments indispensables à la mise en œuvre du schéma du réseau.

Tableau 1 : Description des raccords

Pour tuyau PE	Description des pièces	Pour tuyaux PVC
	COUPLINGS. Sont utilisés pour relier des sections de tuyau.	
	ADAPTATEURS. Éléments à faire la transition entre les unions de compression et raccords filetés (féminins ou masculins).	
	Coudes. Pour changer la direction des tubes à plusieurs angles (90 °)	

Pour tuyau PE	Description des pièces	Pour tuyaux PVC
	TÉS. Utilisée pour dériver le liquide à un autre tuyau.	
	Raccords réducteurs. Il modifie les diamètres des tubes.	
	Colliers de prise en charge. Utilisé pour faire des prises d'eau du réseau principal. Sa meilleure application est de faire des prises dans des tuyaux installés.	
	Colliers de fixation. Utilisé pour fixer les tuyaux dans les installations non-enterrés.	
	Bouchons. Utilisé pour terminer les lignes de canalisations ou comme une solution temporaire pour de futures extensions.	

Válvulas de bola con conexión PE				
				
PVC-U Comp x Comp 16 - 75	PVC-U Comp x Encolar 16 - 75	PVC-U Comp x R.Hembra 16x3/8"- 75x2½"	PVC-U Uniblock Comp x Encolar 20 - 40	PVC-U Uniblock Comp x R.Hembra ½" - 1¼"
				
pp Comp x Comp 16 - 75	pp Comp x R.Hembra 16x3/8"- 75x2½"	pp R.Hembra 3/8"-2½"		

Tableau 2 : Comparaison des tuyaux PVC et PE

Tuyaux	Avantages	Inconvénients
PVC	<p>En vente dans la plupart des quincailleries du Niger</p> <p>Relativement bon marché et utilisable dans de nombreuses applications.</p> <p>Facile à mettre en œuvre.</p> <p>Peu inflammable, auto-extinguible.</p> <p>Imperméable à de nombreuses substances, dont les huiles.</p>	<p>Ne résiste pas longtemps à la chaleur et à la radiation solaire</p> <p>Fragile à la vibration</p> <p>Préjudiciable à l'environnement</p> <p>Nécessite la colle et le chalumeau pour le montage</p>
PE	<p>Poids léger</p> <p>Flexibilité</p> <p>Haute résistance aux chocs et à la corrosion libre</p> <p>Résistant dans le temps</p> <p>Faible coefficient de frottement, afin d'éviter l'accumulation de déchets</p> <p>Résistance thermique (hautes et basses températures)</p> <p>Installation possible en plein air</p> <p>Translucide, inerte, facile à manier, résistant au froid</p> <p>Unions collées ou soudées au solvant ne sont pas possibles</p> <p>Les unions peuvent être démontées</p>	<p>Cher à l'achat</p> <p>Pièces de raccordement plus chères</p>

V. ETABLISSEMENT D'UN DEVIS

Un devis est une description détaillée de travaux à effectuer avec une évaluation des prix.

Evaluation quantitative des travaux à effectuer

Evaluation quantitative des travaux sur la base du schéma élaboré à partir d'une carte

Estimation des prix

Détermination des prix unitaires des pièces et éléments constitutives du réseau californien

Etablissement du devis

Le devis est estimé en fonction du coût des matériels, du type de réseau et de la superficie à irriguer.

Tableau 3 : Modèle de devis pour l'installation d'un réseau californien

N°	Désignation des Travaux	Unité	Quantité	Coût unitaire	Montant
I	Fouille				
1.1	Les fouilles en masse de l'emprise des bassins et le réseau de distribution				
II	Maçonnerie				
2.1	Bassins de dissipation de en béton armé dosé à 0,25kg/m ³				
III	Tuyauterie et accessoires				
3.1	Tuyaux 63 PVC Pression longueur de 6				
	Tuyaux 63 PE 2000/m rouleau de 100 m				
3.2	Coudes 63 PVC				
	Coudes 63 PE				
3.3	Té 63 PVC				
	Té 63 PE				
3.4	Bouchon 63 PVC				
	Bouchon 63 PE				
3.5	Vanne d'arrêt 63 PVC				
	Vanne d'arrêt 63 PE				
3.6	Coudes réduit PVC 63/70				
	Coudes réduit PE 63/70				
3.7	Réducteur PVC 50/63				
	Réducteur PE 50/63				
3.8	Robinet de puisage 20/27				
3.9	Poly tank 2000 L				
3.10	Colle grand modèle				
	TOTAL				

Mise en œuvre de la technologie

Le réseau est réalisé en PVC pression d'un diamètre de 50 à 75 mm selon les débits transités.

Les longueurs des tuyaux, généralement de 6 mètres, ainsi que toutes les pièces de raccordement (tés, coudes, réducteurs, bouchons) sont assemblées par collage.

Le réseau est enterré à une profondeur de 0,50 m pour éviter sa détérioration par des agents extérieurs notamment les UV et pour éviter toute gêne dans les travaux agricoles.

Tableau 4 : Dimensionnement d'un réseau Californien

Visite de terrain et topographie	Composantes du dimensionnement du réseau
<ul style="list-style-type: none"> - Points hauts (estimation de la dénivelée) - Rupture de pente - Source d'eau - Aménagements existants - Nature des sols (argileux, sableux) - Cultures pratiquées - Niveau d'étiage et de crue 	<ul style="list-style-type: none"> - Débit d'équipement (Q_e) - Hauteur géométrique (H_g) - Hauteur d'aspiration (H_a) - Hauteur de refoulement (H_r) - Longueur totale (L) - Pertes de charge totale (J_t) - Hauteur manométrique totale (H_{mt})

Tableau 5 : titre

Etape n°1 : Le plan topographique - Placer sur les points hauts les bornes - Effectuer le tracer des canalisations reliant les bornes de distribution - Déterminer la hauteur géométrique (H_g) - Déterminer la longueur de canalisation (L)	Diam ext. (mm)	Diam int. (mm)	D abaque (mm)	Débit (l/sec)	Pertes de charge (m pour 100 m)
	25	23.8	24	0.36 à 0.52	4.7 à 9.2 (m. 6.9)
	32	30.2	30	0.53 à 0.81	3.5 à 6.9 (m. 5.2)
	40	38.2	40	0.88 à 1.2	2.1 à 4 (m. 3)
	50	48.2	50	1.3 à 2.2	1.6 à 3.6 (m. 2.6)
	63	61.2	63.2	2.3 à 3.5	1.2 à 2.4 (m. 1.8)
Etape n°2 : Détermination du diamètre - Chercher dans la table le diamètre correspondant à Q_e	75	73.2	75.8	3.6 à 4.5	1.1 à 1.8 (m. 1.4)
	90	78.2	80	5 à 6	1.0 à 1.5 (m. 1.2)
	100	98.2	100	6.2 à 7.8	0.7 à 1.1 (m. 0.9)
Etape n°3 : Pertes de charge totale - Pour Q_e lire la perte de charge dans la table - Multiplier la perte de charge par L pour obtenir J_t					
Etape n°4 : Hmt du réseau $H_{mt} = h_a + h_r + j_t + 10\%(J_t)$ - Déterminer le choix de la motopompe en fonction de la Hmt du réseau et de Q_e					

VI. INSTALLATION ET MAINTENANCE DU RESEAU CALIFORNIEN

6.1. Choix, transport et entreposage des matériaux

Choix

Les conduites sous pression sont les éléments essentiels au transport et à la distribution de l'eau. Une conduite est désignée par trois éléments :

- la nature - le diamètre nominal : DN
- la pression de service admissible ou pression nominale : PN
- Le diamètre nominal ainsi que la pression nominale sont donnés par le fabricant.

Le choix de la nature d'une conduite se fait en fonction de quatre critères :

- le revenu de l'exploitant qui souhaite l'acquérir ;
- les caractéristiques physico-chimiques de l'eau transportée : l'eau agressive peut réagir avec certains éléments constitutifs des conduites, créer des points de faiblesse ;
- la nature des terrains traversés : Les effets mécaniques (terrain en mouvement) peuvent produire des ruptures de conduites ; certains sols particulièrement agressifs auront des effets sur les canalisations ;
- la fonction de la conduite dans le réseau : Les exigences de qualité et de robustesse se mesurent par rapport à sa vulnérabilité et sa fiabilité : conduite d'adduction, conduites de réseau de distribution primaire, secondaire, tertiaire ou branchement.

Transport et entreposage des matériaux

Compte tenu de la fragilité des tuyaux PE, le transport doit être minutieux.

Un bon conditionnement des tuyaux doit être fait pour éviter les temps de manutention.

Pour les petits diamètres, les tuyaux doivent livrés en paquets.

Le chargement et le déchargement doivent se faire correctement pour éviter les casses et l'usure des tuyaux.

Les précautions suivantes sont à prendre :

- a) Ne jamais laisser tomber les tuyaux sur le sol ;
- b) Ne jamais rouler ou trainer les tuyaux sur le sol (dégradation du rivement).

Pour une longévité des tuyaux, ils doivent être stockés dans un magasin approprié à l'abri du soleil. Une fois sur le terrain, toujours entreposer les tuyaux à l'ombre.

6.2. Tracé, matérialisation et fouille

✦ Tracé en plan

Les conduites seront posées le long des voies de communication pour des raisons économiques, de facilité de pose et de maintenance ultérieure des installations.

Profil en long

Les conduites sont enterrées pour des raisons de protection, de commodité d'exploitation et de régularité de la température de l'eau. Elles ont des profils en long différents de celui du terrain naturel.

Le choix d'un profil en long poursuit trois (3) objectifs.

- Minimiser les terrassements à l'exécution ;
- Vidanger des tronçons de conduites en cas de maintenance curative ou préventive ;
- Évacuer l'air qui pourrait s'y accumuler dont les conséquences sont :
 - la réduction de débit ;
 - le gaspillage d'énergie ;
 - les coups de bélier.

Il faut éviter les tracés trop accidentés dont les conséquences sont la création de plusieurs zones de surpression et de dépression, la dégradation des jonctions des éléments de conduite, ainsi que la formation de poches d'air.

Pour protéger et entretenir la conduite, le profil en long choisi tiendra compte de la nécessité d'accumuler l'air non dissous en des points hauts prédéterminés où seront installés les appareils d'évacuation de cet air et de créer des points bas où seront construits des systèmes de décharge des conduites.

En pratique, les dispositions suivantes seront prises :

- ✓ créer des pentes minimales supérieures à 0.3%.
- ✓ Réduire le nombre de changements de pente dû au relief du terrain naturel.

Lorsque le profil du terrain naturel est horizontal, il faut créer des pentes artificielles de 0.2 à 0.3% en partie montante sur une distance d'environ 100 m et 0.4 à 0.6% en partie descendante sur une distance d'environ 50,00 m.

La matérialisation se fait au moyen des piquets (bois ou fer à béton).

✦ **Exécution des fouilles pour réseau**

De façon pratique les profondeurs de la tranchée seront comprises entre 0.80 et 1.00 m.

La largeur de la tranchée de 60 cm est recommandée afin de permettre la mise en place des canalisations et des ouvrages ponctuels.

Le fond de la tranchée doit être débarrassé de tout corps dur (racines, pierres, etc.).

Il doit être soigneusement nivelé pour que la pente soit constante entre les changements de pente prévus. On utilise parfois un lit de pose (sable calibré de 10cm de diamètre sur 10cm d'épaisseur) pour corriger la géométrie du fond de fouille et pour que les conduites se reposent sur toute leur longueur.

6.3. Raccordement et assemblage des tuyaux PVC

Cette mise en place doit être conformément au tracé. La longueur des bornes, les pentes, les virages doivent être respectés.

a. Actions interdites

Les façonnages et formages des éléments en PVC, même ceux faisant intervenir un procédé de chauffage par immersion dans un liquide chaud ou à l'aide d'un chalumeau à flamme molle, par exemple, sont interdits, aussi bien sur un chantier qu'en atelier de chantier, à l'exception du formage des emboîtures.

Toutes opérations d'usinage sont interdites, sauf la confection à la lime ou à la meule sur les extrémités mâles des tubes après coupe.

Lors des opérations de pose, les efforts de flexion et de torsion des tubes sont à éviter.

b. Réalisation d'un bon collage pour les tuyaux PVC

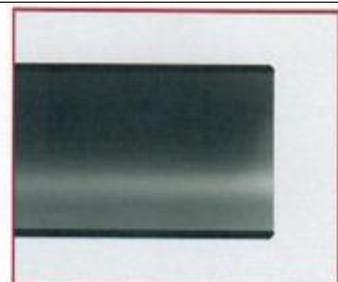
Un bon collage est la meilleure assurance contre le risque de remontées d'humidité dues à des fuites.

La réalisation d'un assemblage par collage nécessite la propreté des éléments à assembler et le respect des précautions ci-après :

1. Dans le cas où l'opération a lieu à l'extérieur, il est indispensable de travailler à l'abri de la pluie. Quelques gouttes de pluie dans un pot d'adhésif détériorent irrévocablement l'ensemble du produit contenu. En effet, la présence d'humidité sur les parties à assembler compromet très fortement l'étanchéité et la tenue dans le temps de l'assemblage.



2. Après coupe éventuelle à la longueur désirée du tube, ébavurer et chanfreiner l'extrémité considérée comme le bout mâle (en l'absence de coupe, vérifier la présence du chanfrein, et le reconstituer éventuellement)



3. Mesurer et repérer à l'aide d'un crayon gras ou feutre sur le bout mâle, la profondeur d'emboîtement



4. Dépolir complètement les surfaces destinées à être mises en contact à l'aide de tôle émeri fine, ou de papier de verre fin. Le dépolissage consiste à :

- Essuyer soigneusement les surfaces avec un chiffon propre,
- Dégraisser les surfaces en utilisant le décapant associé à l'adhésif,
- Attendre que le produit utilisé pour le dégraissage soit complètement évaporé.

L'usage de la lame de scie à métaux est interdit pour cette opération. Si le tube est souillé (graisse, sable, etc.), un essuyage est nécessaire avant le dépolissage.



5. Vérifier visuellement le bon état de l'adhésif contenu dans le pot (produit homogène, assez visqueux, sans corps étranger ni croûtes)



6. A l'aide d'un pinceau, appliquer l'adhésif en 30 à 60 secondes dans les 2 sens en terminant par le sens longitudinal, sur l'entrée de l'emboîture et sur toute la longueur de l'extrémité mâle



7. Immédiatement après l'application de l'adhésif, emboîter les deux éléments à fond (jusqu'au repère préalablement tracé), en poussant longitudinalement, et surtout sans mouvement de torsion.



Important !

Maintenir l'assemblage quelques secondes jusqu'à la prise de la colle. Pour les tubes de diamètre nominal supérieur à 150 mm, utiliser un appareil adéquat.

Eliminer aussitôt les excédents à l'aide d'un papier crêpe ou d'un chiffon propre.

En raison de la prise rapide de la colle, l'assemblage des pièces doit être terminé dans les 4 minutes qui suivent son application.



Image 5 : Tuyau raccordé

c. La colle

La colle existe en différents conditionnements :

- Tube de 125ml (TSON)
- Pot de 250ml avec goupillon incorporé (BSOP25)
- Pot de 500ml avec goupillon incorporé (BP50N)
- Pot de 1l avec goupillon incorporé (BP100N)
- Décapant pot de 1 litre (DKS100)



Image 6 : Types de colle

d. Précautions particulières lors des assemblages

La colle en tube peut être utilisée jusqu'au diamètre nominal maximum de 50 mm, au-delà utiliser la colle en boîte.

Pour les diamètres nominaux supérieurs à 80 mm, l'application de la colle doit se faire à deux personnes afin de pouvoir procéder en même temps à l'encollage du tube et du manchon.

Il est formellement déconseillé lors de la réalisation des assemblages de travailler « en série », c'est-à-dire d'encoller tous les bouts mâles et toutes les emboîtures puis de réaliser l'assemblage.

Par des températures inférieures à 5°C, il est nécessaire d'adopter une technique de pose particulière : un chauffage de 25° à 30°C des extrémités à assembler doit être effectué avec les moyens appropriés (absence de toute flamme ou étincelle), ceci étant réservé aux interventions obligatoires (réparations). Le collage réalisé doit être tenu durant environ 10 min. à une température de 20° à 30°C.

✚ Temps ouvert

Le temps ouvert de la colle varie en fonction de la température environnante et de l'épaisseur du film de colle.

Pour une couche de colle de 1mm, les temps de travail sont :

- 4 min. à 20°C
- 3 min. à 25°C
- 2 min. à 30°C
- 1 min. à 40°C
- Inférieur à 1 min. à une température > 40°C

✚ Manipulation et essais de pression (collage PVC)

Il est nécessaire dans tous les cas de respecter un temps minimal de séchage.

Ne pas manipuler les éléments assemblés pendant les 5 minutes (15 min. si $T^{\circ} < 10^{\circ}\text{C}$) qui suivent le collage.

Eviter tout mouvement des pièces d'assemblage entre elles.

Attendre au moins 30 minutes (1 à 2 heures si $T^{\circ} < 10^{\circ}\text{C}$) avant de descendre les tubes ainsi collés dans la tranchée.

Ne pas descendre les canalisations collées dans le fond de la fouille avant un délai d'attente de 10 à 12 heures.

Attendre 24 heures après le dernier collage avant de procéder au remplissage des tubes et aux essais de pression.

Si les conduites doivent être soumises à la pression usuelle, respecter un temps de séchage d'au moins une heure par bar.

Pour un réseau destiné à l'évacuation des eaux usées ou des eaux vannes, attendre environ 6 heures.

Il est recommandé de purger les conduites qui ne sont pas utilisées immédiatement et de les remplir avec de l'eau.

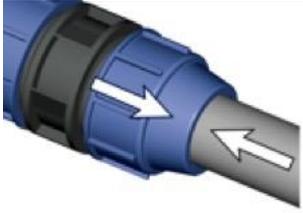
6.4. Raccordement des tuyaux PE

Le raccordement des tuyaux et raccords PE est relativement plus facile, plus rapide et moins fastidieux que pour les tuyaux PVC.

Le processus de raccordement comprend les étapes suivantes :

1. Desserrer l'écrou sans séparation de corps



<p>2. Insérez tuyau jusqu'à la limite</p>	
<p>3. Visser l'écrou et serrer avec un outil approprié</p>	

<p>Pour les diamètres supérieurs démonter raccord et insérer chaque partie dans le tuyau, insérez tuyau dans le montage et serrer avec une clé</p>			
--	---	--	---



Image 7 : Raccordage à tuyau PE

Un conseil : Vous allez effectuer un réseau d'arrosage enterré alors après avoir réalisé le montage de votre raccord sur le tube PE ou PEHD, mettez votre canalisation en pression pour vérifier qu'aucune fuite n'existe, en suite seulement vous pourrez effectuer le remblaiement de votre canalisation

6.5. Essai d'un réseau californien avant l'enfouissement des conduites et la mise en service

Les matériels à rassembler pour cette opération sont :

- Pelle ;
- Pioche ;
- Gants ;
- Sceau ;
- Chronomètre ;
- Motopompe ;
- Tuyau d'aspiration et de refoulement ;
- Etc.

L'essai consiste à mettre le réseau sous pression grâce à une motopompe qui refoule dans la conduite de refoulement. A partir de cela, les fuites deviennent visibles en pleine air.

Les fuites d'eau sont dues à :

- Un mauvais raccordement des tuyaux lors l'insertion avec les accessoires (coude, té, manchon, vanne d'arrêt, bouchon) ;
- L'utilisation d'une tarière motorisée sur le plan du réseau endommage le tuyau enterré.

La présence de l'humidité du sol et des jets d'eau à partir des conduites sont des signes de fuite.

Pour la mise en service, on démarre une motopompe qui débite à partir d'un point d'eau.

Les procédures de démarrage et d'arrêt ainsi que l'utilisation de la motopompe seront expliquées.

NB : il faut toujours ouvrir au moins une borne avant la mise en service du réseau.

6.6. Réparation des fuites et entretien du réseau

Il est nécessaire de rassembler le matériel suivant avant de procéder à la maintenance du réseau :

- Pelle ;
- Pioche ;
- Barre à mine ;
- Brouette ;
- Gants ;
- Coupe coupe ;
- Scie ;

- Motopompe et accessoires ;
- Matériel de dépannage du plombier ;
- Etc.

La présence de l'humidité du sol et des jets d'eau à partir des conduites sont des signes de fuite.

Les fuites les plus importantes arrivent pendant les périodes de basse consommation pendant que la pression est la plus élevée dans le réseau.

L'observation des fuites avec les tuyaux PE se situent à deux niveaux :

- Soit au niveau des accessoires (coudes, té, vanne d'arrêt etc.) mal insérés ;
- Soit au niveau des tuyaux endommagés par un obstacle (pierre, fer).

a. Réparation des fuites

Pour le cas des accessoires : Il s'agit de desserrer l'accessoire et vérifier s'il n'est pas défectueux (surtout le joint torique). Après ceux-ci on le remplace par un autre.

Pour le cas des tubes endommagés : La réparation consiste à sectionner la partie endommagée et la remplacer par un tuyau en bon état qui sera raccordé avec un raccord PE.

b. Entretien du réseau

Les conduites sont enterrées pour les protéger contre les intempéries (ensoleillement, réchauffement de l'eau).

Il faut toujours ouvrir une borne avant la mise en service du réseau une fois la réparation faite.

Pour lutter contre la polymérisation, les prises et bornes doivent protégée :

- En mettant la peinture blanche sur les bornes
- Protégeant les bornes et prises contre l'ensoleillement (ancrage dans du béton, couverture de jute, hangar, etc).

Le coût d'entretien de la conduite résulte des coûts de mise à disposition de pièces des éléments pour la réparation, la logistique nécessaire ainsi que le personnel.

Le coût d'entretien annuel est souvent pris comme un pourcentage des coûts de construction variant en général de 0.2 à 1% dépendant de la nature de la conduite, des conditions de pose, de l'effet de l'environnement sur la conduite, du coût de la main d'œuvre.

VII. MISE EN ŒUVRE D'UN SYSTEME DE RESEAU CALIFORNIEN

La formation-test a été réalisé dans la région de Tahoua sur une parcelle de 1200 m². Le réseau comprend 9 bornes et deux conduites secondaires autonomes.

7.1. Les outils de travail

Pour installer un réseau californien les outils nécessaires, en dehors de ceux pour la fouille, sont (Photo 1) :

- Une scie à métaux pour couper les tuyaux ;
- Un mètre pour mesurer ;
- Un gaz chalumeau pour emboîter ;
- Un niveau pour avoir une pente.



Image 8 : Outils de travail avec les tuyaux PVC et PE

7.2. Comment couper un tuyau avec scie à métaux

Pour couper un tuyau avec scie à métaux ; la lame a un sens pour couper. Sur une lame il est indiqué un sens suivant une flèche mais avec plusieurs utilisations toutes les écritures de la lame vont disparaître, laissant un sens de coupage avec un dessin de poisson (Photo 2).



Image 9 : Lame à scie avec les écritures (Flèche) en sens inverse (Poisson)

Pour couper un tuyau, l'opérateur doit se tenir debout et droit (Photo 4).



Image 10 : Coupe de tuyau

7.3. Emboitement de tuyau

Pour emboiter un tuyau, il faut se munir d'un chalumeau à gaz (Photo 5), d'une allumette ou d'un briquet. La photo 6 montre l'emboitage de tuyau PVC.



Image 11 : Chalumeau à gaz



Image 12 : Emboitement d'un tuyau PVC

7.4. Maquette d'un réseau californien

La photo 7 montre une maquette d'un réseau californien en série de 3 lignes avec 3 bornes dont chaque ligne est commandée par une vanne d'arrêt (réseau secondaire). Les réseaux secondaires sont aussi reliés à un réseau principal avec une vanne d'arrêt qui commande les 3 autres vannes du réseau secondaires.



Image 13 : Maquette du réseau californien

7.5. Phase de la fouille en pleine masse

Après la préparation des éléments nécessaires pour l'installation du réseau, on procède à la fouille conformément au schéma. Cette opération est réalisée par les ouvriers qui doivent être munis des outils de travail et de protection (bottes, gants, lunettes, etc.).



Image 14 : Fouille du réseau principal.



Image 15 : Fouille du réseau secondaire

L'image 14 illustre une fouille en pleine masse du réseau principal avec type de sol sableux avec les dimensions suivantes : 50 cm de profondeur et 40 cm de largeur.

L'image 15 montre une fouille en pleine masse du réseau secondaire avec une profondeur variant de 50 cm en amont à 60 cm en aval et une largeur de 40 cm. Pour le réseau secondaire, une légère pente ($< 1\%$) doit être respecter en vue de compenser les pertes de charge lors du transport d'eau.

7.6. Phase d'installation

Après la fouille, on procède à la pose des tuyaux (photos 9 et 10). Ensuite on procède à la première fixation provisoire des zones de changements de direction (coudes et Té).



Image 16 : Pose réseau avec 3 bornes



Image 17 : Pose réseau secondaire

La photo 9 montre la pose d'un réseau secondaire avec 3 bornes distantes de 12 ml.

La photo 10 illustre la pose d'un réseau secondaire avec une vanne d'arrêt.

7.7. Phase d'essai du réseau californien

Après la pose et le raccordement de la tuyauterie et des pièces, on procède à l'essai du réseau. L'essai consiste à brancher le système du réseau californien à la borne d'alimentation et faire passer l'eau d'irrigation. Ainsi, on procède aux vérifications suivantes :

- Toutes les bornes fonctionnent avec le bon débit ;
- Étanchéité des longueurs et raccords (pas de fuites d'eau) ;
- La fonctionnalité des vannes d'arrêt.



Image 18 : Bornes centrales en marches



Image 19 : Borne de fin réseau en marche

7.8. Phase de fixation des bornes et les cônes de déjection

Après l'essai, lorsqu'on s'assure que tout est bon, on procède à la fixation définitive des manchons et au remblai des fouilles. On met en place aussi les bassins de dissipation et les canaux de distribution si nécessaires.



Image 20 : Fixation des bornes (manchons)

7.9. Phase de maintenance

La maintenance du réseau californien a été expliquée sur la maquette. En cas de panne surtout une fuite le long de la ligne du réseau soit principale ou secondaire on observe une humidité à la surface du sol.

Pour dépanner on déterre la partie humide sur une longueur de 3 ml afin d'avoir de la flexibilité lors du raccordement.

Donc après avoir déterrer environ 3 ml, on libère le bas du tuyau détérioré et on coupe un morceau de tuyau de 1 m.

La partie endommagée est coupée de 1 m et on procède à l'emboitage du bout de morceau de tuyau et l'autre bout du tuyau coupé dans le sol.

L'emboitage du bout est de l'ordre de 5 à 6 cm voir 7 cm au maximum.

Après on met la colle sur les 2 premier bout et on met le morceau du tuyau dans le bout emboiter, ensuite le second bout rentre dans le bout du morceau emboité

7.10. Devis pour la mise en œuvre

La mise en œuvre d'un système d'irrigation par réseau californien en tuyau PVC pour une superficie de 1200 m², hors système de captage, d'exhaure et de refoulement, nécessite le coût suivant.

Tableau 5 : Devis d'installation d'un RC

N°	Désignation des Travaux	Unité	Quantité	Coût unitaire	Montant
I	Fouille				
1.1	Les fouilles en masse de l'emprise du réseau de distribution	m ³	30	1000	30 000
II	Maçonnerie				
2.1	Les bassins au nombre de 15 bornes, tous en béton armé dosé à 0,25kg/m ³	m ³	1	15 000	15 000
III	Tuyauterie et accessoires				
3.1	Tuyaux 63 PVC Pression longueur de 6 m		20	7500	150 000
3.2	Coudes 63 PVC		30	500	15 000
3.3	Té 63 PVC		12	600	7 200
3.4	Bouchon 63 PVC		9	750	6 750
3.5	Vanne d'arrêt 63 PVC		3	10 000	30 000
3.6	Coudes réduit PVC 63/70		1	750	750
3.7	Réducteur PVC 50/63		1	750	750
3.8	Poly tank 2000 L			PM	PM
3.9	Colle grand modèle		1	5 000	5 000
	TOTAL				260 000

Bibliographie

1. [Système Californien d'irrigation à basse pression - wocat - qt](#)
2. https://qt.wocat.net/qt_summary1.php?qt_id=36&lang=english
3. [Point sur les technologies testées pendant la première ... - RECA Niger](#)
4. [www.reca-niger.org/.../Capitalisation_des_technologies_captage_exhaure Tome 1 P...](http://www.reca-niger.org/.../Capitalisation_des_technologies_captage_exhaure_Tome_1_P...)
5. [Gestion de l'irrigation a petite échelle gestion de l'irrigation a ... - FAO](#)
6. www.fao.org/docrep/014/i1861f/i1861f06.pdf