

CENTRAL IRRIGATION PIVOT*

IRRIGATION À PIVOT CENTRAL*

The pivot is a mechanised irrigation system that irrigates in a circular manner (full rotation) or in sections. It generally moves around a fixed central point but it can be designed to be towed from one pivot point to another or from one field to another.

Le pivot est un système d'irrigation mécanisé irriguant de façon circulaire (tour complet) ou sectorielle. Il est en général à un poste fixe mais il peut être conçu pour être déplacé d'un poste à l'autre ou d'une parcelle à une autre.

The pivot system has a number of spans consisting of a tube supported by a truss and a motorised tower that move around a central unit, which acts as an intake for the water and electricity supply.

THE ANCHOR UNIT OR PIVOT POINT

The centre pivot is anchored to a concrete slab when the pivot point is fixed. For moveable pivots, where the anchor unit can be mounted on wheels (or skids), the machine is towed from one irrigation site to another.

The water enters the pivot through the riser pipe, which is connected to the pivot swivel. The machine's electric power is supplied by an electric cable leading from the transformer (control box mounted on the pivot point) via a connector ring consisting of stationary brass rings and rotating contact brushes for devices making a complete rotation.

The use of a generating set could be of interest in situations where there is a poor power supply (voltage fluctuations or simply too difficult and/or too costly - because of the remoteness). Another solution developed recently is the use of solar panels. The energy required for the operation of this type of equipment is sufficiently low for this type of supply. This technology could be suitable for areas not connected to mains electricity.

For small fields located far from the electricity system, there is also the possibility of a water-powered pivot limited to one single span. There are a number of connections or valves fitted to the pivot point column, for drainage or installing a pressure gauge, flow meter or an injector for certain products (fertigation). When the device is fitted with an end gun, operating intermittently, the intake solenoid control is operated from a central point.

Le pivot est constitué d'une succession de travées comportant le tube supporté par une charpente et une tour équipée d'une motorisation, tournant autour d'une unité centrale par laquelle se fait l'arrivée d'eau et d'électricité.

L'UNITÉ CENTRALE OU POINT PIVOT

L'unité centrale est fixée sur une dalle en béton pour les pivots fixes. Dans le cas des pivots déplaçables pour lesquels l'unité centrale peut être montée sur roue (ou sur skis), le déplacement de la machine d'un poste d'irrigation à l'autre se fait alors par traction.

L'eau est amenée à la colonne montante, axe de rotation de l'ensemble. L'alimentation électrique de la machine se fait par câble électrique partant du transformateur (armoire de commande montée sur point pivot) qui passe par un collecteur circulaire à balais pour les appareils effectuant une rotation complète.

L'utilisation d'un groupe électrogène peut se révéler intéressante dans les situations où l'alimentation électrique est déficiente (fluctuations de tension ou simplement difficile et/ou trop cher - éloignement des lignes). Une autre solution mise au point récemment est l'utilisation de panneaux solaires. La consommation d'énergie pour le fonctionnement de ce type de matériel reste suffisamment faible pour ce type d'alimentation. Cette technologie peut s'avérer intéressante dans les zones qui ne sont pas raccordées au réseau électrique.

Pour les petites parcelles éloignées du réseau électrique, il existe aussi le pivot hydraulique (à eau) limité à une travée. On peut trouver sur la colonne de l'unité centrale divers piquages ou clapets, pour assurer la vidange, poser un manomètre, un débitmètre, injecter des produits divers (fertigation). Lorsque l'appareil est équipé d'un canon d'extrémité à fonctionnement intermittent, la commande de l'électrovanne d'alimentation se fait au niveau de l'élément central.

* Editions Arvalis - Institut du Végétal (Plant Research Institute) - Sophie Gendre, Thibaut Deschamp, Jean-Marc Deumier, Bertrand Lacroix, Hugo Gabriel



The spans are truss structures that travel between two towers.
 Les travées sont les structures comprises entre deux tours.

© RKD

THE SPANS

The spans are truss structures that travel between two towers. They are made of steel pipes, strengthened by structural components called angle bars and tie rods (trussing). With a length of 30 to 72 m., the clearance below the structure is 2.5 to 3.5 m. (possibly 5 m. for certain applications), giving a total height of 3.5 to 5 m. In the case of water with a high content of suspended solids or when the pivot is used for fertigation, in order to extend the working life of the pipes, the manufacturer Irrifrance has come up with a “Polychem” option, where the galvanised pipe is lined with a polyethylene tube. Some manufacturers offer folding systems for the last span.

THE TOWERS

The towers support the spans. Each tower has two wheels, the whole unit being driven by an electric motor, sequentially controlled by a micro-switch to ensure that all the spans are aligned. The control system of each tower is protected by the casing. There can be more than fifteen spans on a fixed device. The optimum overall length of a machine (mechanical and energy constraints) is around 400 m. The towable devices are generally restricted to 4 to 6 spans but they can also have more than six spans.

LES TRAVÉES

Les travées sont les structures comprises entre deux tours. Elles sont constituées par une canalisation et rigidifiées par des éléments de structure appelés cornières et tirants. D’une longueur de 30 à 72 m, elles laissent un dégagement sous structure de 2,5 à 3,5 m (éventuellement 5 m pour des applications spécifiques), pour une hauteur totale de 3,5 à 5 m. Dans le cas d’eaux chargées ou d’utilisation du pivot pour la fertigation, afin d’augmenter la durée de vie des canalisations, il existe une option « Polychem » chez le constructeur Irrifrance qui est un chemisage du tube galvanisé par un tube en polyéthylène. Certains constructeurs proposent des systèmes repliables pour la dernière travée.

LES TOURS

Les tours supportent la travée. Chaque tour est équipée de deux roues, entraînées ensemble par un moteur électrique, commandé séquentiellement par un micro-switch assurant l’alignement des travées entre elles. Le système de commande de chaque tour est protégé dans le coffret tour. Le nombre de travées peut dépasser quinze pour les appareils fixes. La taille optimale d’une machine (contraintes mécaniques, énergie) est aux environs de 400m. Les appareils déplaçables sont en général limités à 4 à 6 travées mais peuvent également dépasser les six travées.

THE OVERHANGS

There is a guy-wired structure at the end of the device (supported by metal cables) mounted in the form of an overhang. Reaching a length of 31 m., it is often equipped with an end gun. It can be supplied by a suppressor situated at the end of the machine, if there is not enough residual pressure, and it can operate in a continuous or intermittent manner in the irrigation zone, according to the needs defined by the user. The overhang can be retractable to avoid certain obstacles (trees, buildings...).

THE VITAL ORGANS OF THE SYSTEM

The vital organs of the irrigation system are the sprinklers, whose flow rate varies along the length of the boom to take into account the increased surface area irrigated and the wider radius and greater pressure losses. The calculations are summarised in the “nozzle package”, which is specific to each machine, the features of which depend on the hydraulic parameters of the installation (available pressure and flow rate, diameter and coarseness of the pipes). The nozzle package is supplied and guaranteed by the manufacturer for making the appropriate assumptions and calculations. The installation of the sprinklers must strictly comply with this package or the irrigation uniformity could be severely compromised.

LE PORTE-À-FAUX

L'appareil se termine par une canalisation haubanée (maintenue par des câbles métalliques) placée en porte-à-faux. D'une longueur pouvant atteindre 31 m, elle est souvent équipée d'un canon d'extrémité. Celui-ci peut être alimenté par un suppresseur situé en bout de machine si la pression résiduelle à l'extrémité n'est pas suffisante, et fonctionne de manière continue ou intermittente sur secteur en fonction des besoins définis par l'utilisateur. Le porte-à-faux peut être escamotable pour éviter certains obstacles (arbres, bâtiments...)

LES ORGANES D'ARROSAGE

Les organes d'arrosage sont des asperseurs, dont le débit varie le long de la rampe pour tenir compte de l'augmentation de la surface arrosée avec l'augmentation du rayon et des pertes de charges. Ils font l'objet d'un calcul résumé dans le « plan de busage », spécifique à chaque machine, dont les caractéristiques dépendent des paramètres hydrauliques de l'installation (pression et débit disponibles, diamètre et rugosité des conduites). Le plan de busage est fourni et garanti par le constructeur pour les hypothèses de calcul retenues. Le montage des asperseurs devra suivre strictement ce plan sous peine de graves hétérogénéités d'arrosage.

THE DIFFERENT TYPES OF SPRINKLERS

There are five different types of sprinklers:

- **Impact sprinklers:** operating pressure between 2 and 4 bar (with a spray angle of 6 to 8) and they generally have a radius of 10 to 15 m. These sprinklers distribute the stream of water in the form of a “coil”: the water is not distributed evenly over the whole surface area of the arc and it arrives in ‘batches’. This normally results in a high instantaneous precipitation/application rate. It is not recommended for germinating crops or soil surfaces that are poorly filtered and/or compacted. This technique is on the decline.
- **Sprays:** low operating pressure of 0.5 to 2.8 bar, they have a small range of 1.5 to 5 m. and the water is projected onto a fixed spray plate as it leaves the nozzle and then the grooves create a stream of fine jets, at different distances. There is a poor uniformity of distribution and the instantaneous precipitation rate is high.
- **Rotary sprinklers (rotary sprays):** operating pressure of 0.7 to 3.5 bar with a range of 9 to 22 m. The water is projected from the nozzle onto a plate rotating on an axis (its movement being driven by the water pressure), which distributes the jets at different ranges in circular form.

LES DIFFÉRENTS TYPES D'ASPERSEURS

On distingue cinq types d'asperseurs différents :

- **arroseurs à impact:** pression de fonctionnement entre 2 et 4 bars, avec des angles de jets de 6 à 8 en règle générale, ont une portée de 10 à 15 m. Ces sprinklers ont une répartition du débit en « couronne » : l'eau n'est pas répartie de façon homogène sur toute la surface du cercle et arrive « en paquets ». Le résultat est généralement une pluviométrie instantanée élevée. A déconseiller sur les cultures à germination sensible ou les sols peu filtrants et/ou battants. Cette technique tend à disparaître.
- **Sprays:** pression de fonctionnement basse de 0,5 à 2,8 bars, ont une plus faible portée de 1,5 à 5 m. l'eau est projetée en sortie de buse sur un plateau fixe dont les stries répartissent le flux en jets, éventuellement à différentes portées. L'homogénéité de la répartition de l'eau est très faible, et la pluviométrie instantanée élevée.
- **Asperseurs rotatifs (sprays à rotor) :** pression de fonctionnement de 0,7 à 3,5 bars, portée de 9 à 22 m. L'eau est projetée en sortie de buse sur un plateau (ou plate) en rotation sur un axe (dont le mouvement est assuré par la pression de l'eau) qui répartit les jets de différentes portées sur un cercle. Ils peuvent être montés directement sur la travée (montage « tête en haut »), ou être fixés à des cannes de descente.



LEPA (Low Energy Precision Application). The aim is to apply the water under pressure as close to the crop as possible.

LEPA (Low Energy Precision Application). L'objectif est d'apporter l'eau au plus près de la culture sans pression.

© BAUER

They can be fitted directly onto the span (mounted upside down or on drop tubes). The uniformity of distribution over the whole irrigated circle is quite good and the instantaneous precipitation rate can be very low. The rotary system, where the rotation speed is quite high, projects the water flow in the form of fine droplets: the uniformity of distribution is then excellent and the instantaneous precipitation rate is low.

- **Oscillating sprinklers:** operating pressure of 0.4 to 1.4 bar, with a range of 4 to 9.5 m. The water is projected from the nozzle onto a plate oscillating around a fixed point, its movement being driven by the water pressure. The uniformity of distribution over the whole irrigated circle is excellent and the instantaneous precipitation rate is low. The water is applied as droplets and not in the form of jets, as in the case of impact sprinklers, low speed rotary sprinklers or sprays, making their use particularly suited to sensitive germinating crops or compacted soils.

- **Bubblers (Low Energy Precision Application) (Oscillating sprinklers):** operating pressure of 0.5 to 1 bar. The aim is to apply the water under pressure as close to the crop as possible.

L'homogénéité de la répartition de l'eau sur l'ensemble du cercle couvert est assez bonne et la pluviométrie instantanée peut être très faible. Les systèmes rotatif dont la vitesse de rotation est assez élevée projettent le flux d'eau sous forme de gouttelettes : l'homogénéité de la répartition est alors excellente et la pluviométrie instantanée faible.

- **Asperseurs oscillants:** pression de fonctionnement de 0,4 à 1,4 bars, portée de 4 à 9,5 m. L'eau est projetée en sortie de buse sur un plateau qui oscille autour d'un point fixe et qui est mis en mouvement par la pression de l'eau. L'homogénéité de la répartition de l'eau sur l'ensemble du cercle couvert est excellente, et la pluviométrie instantanée est faible. L'eau est appliquée sous forme de gouttes et non sous forme de jets, comme c'est le cas avec les arroseurs à impact, les asperseurs rotatifs à vitesse de rotation faible ou les sprays, ce qui rend leur utilisation particulièrement adaptée aux cultures à germination sensible ou aux sols battants.

- **Bubbler (Low Energy Precision Application) – asperseurs oscillant:** pression de fonctionnement de 0,5 à 1 bar. L'objectif est d'apporter l'eau au plus près de la culture sans pression.

À noter que l'augmentation de la pression d'utilisation d'un arroseur a deux effets : l'augmentation de la portée et la diminution de la taille des gouttes. Jusqu'à un certain seuil où la taille des gouttes n'est pas trop petite, cela aura également pour effet d'augmenter la résistance du vent.

Le choix d'un asperseur et de sa pression d'utilisation se fait alors en fonction des critères suivants :

- **sensibilité de la culture à la germination** : plus la culture est sensible, plus on cherchera à avoir de petites gouttes et une application douce (réduction de l'énergie cinétique de l'eau).

- **Sensibilité du sol à l'arrosage** : plus la capacité d'infiltration du sol est faible, plus on cherchera à appliquer l'ensemble du débit de l'arroseur sur une grande surface. On sélectionnera alors un arroseur pour sa portée importante et la bonne homogénéité de la répartition de l'eau qu'il permet.

- **Conditions de vent et de température (évaporation)** : les gouttes de petite taille seront plus sensibles à l'évaporation ou à la dérive causée par le vent. Certains arroseurs utilisés à des pressions trop importantes peuvent créer un « brouillard », ce qui peut engendrer des pertes importantes par évaporation et surtout dérive.

Concernant la sensibilité du sol à l'arrosage, si on choisit des sprinklers ou des bubblers, la portée étant radicalement différente, cela aura un impact sur la pluviométrie instantanée que va subir le sol. La figure 1 présente un exemple de pluviométrie instantanée des différentes buses sur le marché (source Nelson Irrigation).

Elle montre la capacité d'infiltration instantanée de deux sols en fonction du temps et compare ces courbes à la pluviométrie instantanée des différentes buses (D3030 = asperseurs de type spray, A3030, R3030, S3030= asperseurs rotatifs, O3030= asperseur oscillant). Ce graphique montre que pour un sol sableux, la majorité des types d'arroseur ne poseront pas de problème de ruissellement mais ce ne sera pas le cas avec les sols limoneux ou argileux qui ont une capacité d'infiltration plus faible que les sables.

Une solution proposée par les constructeurs pour réduire cette pluviométrie instantanée et ainsi éviter le ruissellement est la mise en place de doubles rampes d'asperseurs. Cette solution impose des contraintes supplémentaires à la structure de la machine (poids, prise au vent).

LE CANON D'EXTRÉMITÉ

Il permet d'augmenter la surface arrosée à moindre coût. On peut le faire fonctionner par intermittence, pour s'adapter au parcellaire. Les canons utilisés sont à angle de jet bas (15 à 18°) et généralement de taille inférieure à ceux utilisés sur enrouleurs, les diamètres de buses variant de 10 à 25 mm. Pour les faibles débits un gros asperseur peut remplacer le canon.

DROP TUBES

This is a device that allows the sprinklers to spray closer to the crop so as to reduce susceptibility to wind drift (and evaporation in arid situations) and improve irrigation efficiency.

It is recommended that they should be avoided in situations where the water contains suspended particles (in the case of ferruginous water in the Landes region, for example). Even though the drop pipes are often made of polyethylene or flexible hose, they often go hand in hand with pressure regulators fitted at the bottom of the pipe. The iron in the water can remain in the drop pipe and, when the device dries out, this can lead to corrosion and blockage of the pressure regulator. If no pressure regulator is fitted, there are no problems with using drop pipes for ferruginous water.

The drop pipes are mainly used to reduce wind drift, but this must be balanced against the climatic situation and type of vegetation irrigated. They often go hand in hand with a fall in pressure, which reduces the throw distance and can lead to a more intense application of the irrigation water.

LES CANNES DE DESCENTE

C'est un dispositif qui permet de rapprocher les arroseurs de la culture pour limiter la sensibilité au vent (et à l'évaporation en conditions désertiques) et d'améliorer l'efficacité de l'irrigation.

Il est conseillé de les éviter dans des situations d'eau chargée (cas des eaux ferrugineuses des Landes par exemple). Bien que les cannes de descente soient fabriquées en polyéthylène ou en tuyau souple, elles vont souvent de pair avec des régulateurs de pression en bas de la descente. Le fer de l'eau reste dans la canne et lorsque le dispositif sèche, cela entraîne une corrosion et un bouchage du régulateur de pression. Sans régulateur de pression, il n'y a pas de contre-indication à utiliser les cannes de descente avec des eaux ferrugineuses.

Les cannes sont surtout utilisées pour réduire la sensibilité au vent, qu'il faut relativiser en fonction de la situation climatique et du type de végétation arrosée. Elles vont souvent de pair avec une baisse de pression, ce qui réduit les portées et peut conduire à augmenter l'intensité d'irrigation.

DRIVE CHAIN LINKAGE

The drive chain is the linkage that transforms energy into movement.

REDUCTION GEARS

They ensure that the towers move. They consist of an electric motor and a reduction gear. The electric motors are positioned in the towers, in the middle of the transversal bar, which connects the wheels (axle) and they should be isolated.

TRANSMISSION

Between the reduction gear and the wheels, there is normally a shaft drive transmission to provide the required output.

WHEEL DRIVE REDUCTION GEARS

The rotation speed of the transmission is reduced by 50:1. The reduction gears are of the worm or gear wheel type, which require a brake, with the latter tending to be more popular because they use less energy. They have to be equipped with a drain outlet and drained periodically.

WHEELS

These come in different sizes with different treads. The choice will depend on the acceptable ground pressure, precipitation rate applied, maximum slope, clearance required below each span and required travel speed (the larger the wheel size, the greater the potential travel speed).

TRAVEL SPEED

The maximum speed of the last span can range from 1.5 and 6 m/min (generally 2.5 m/min). The higher the required speed, the more power is required and the faster the parts will wear. This is one of the reasons why the length of the machine should be limited to around 400 m, when operating in a full circle.

OPERATIONAL METHOD

The pivot's average travel speed is determined by the forward movement of the drive unit on the last tower. The movement of the whole machine is then achieved by successively correcting the angles between the spans. The angle of movement between two neighbouring towers should, therefore, be somewhere between A0, angle/point at which the movement of the next tower is triggered, and A1, point at which the preceding tower is stopped. ■

LA CHAÎNE CINÉMATIQUE

La chaîne cinématique est la chaîne de transformation de l'énergie en mouvement.

LES MOTORÉDUCTEURS

Ils assurent le déplacement des tours. Ils sont constitués d'un moteur électrique et d'un réducteur. Les moteurs électriques sont disposés sur les tours, au milieu de la barre transversale qui relie les roues (essieu) et doivent être isolés.

LA TRANSMISSION

Entre le motoréducteur et les roues, la transmission par cardan au sortir d'un réducteur se généralise.

LES RÉDUCTEURS DE ROUE

Ils divisent par environ 50 la vitesse de rotation de la transmission. On trouve des réducteurs à vis sans fin, ou à train, qui nécessitent un frein, ces derniers tendent à se généraliser car moins gourmands en énergie. Ils doivent être équipés d'un orifice de vidange et être vidangés périodiquement.

LES ROUES

Elles existent en différentes dimensions avec différents profils de pneus. Le choix sera fonction de la pression au sol admissible, de la pluviométrie appliquée, de la pente maximale du terrain, du dégagement voulu sous travée et de la vitesse d'avancement nécessaire (plus la roue sera grande, plus on aura la possibilité d'avancer rapidement).

LA VITESSE D'AVANCEMENT

La vitesse maximale de la dernière travée peut varier de 1.5 à 6 m/mn (règle générale : 2.5m/mn). Plus la vitesse exigée est élevée, plus la puissance nécessaire est importante et plus vite les pièces s'useront. C'est un des éléments qui suggère de limiter la longueur des machines autour de 400 m, pour un fonctionnement en cercle complet.

MODE DE FONCTIONNEMENT

La vitesse moyenne de déplacement du pivot est fixée par le temps de fonctionnement de la tour d'extrémité. Le mouvement de l'ensemble de l'appareil se fait ensuite par corrections angulaires successives entre travées. L'angle entre deux tours voisines doit rester compris entre A0, angle de déclenchement, A1, angle d'arrêt. ■