



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Campagne 2012

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR AGROÉQUIPEMENT

Épreuve E4

Sous épreuve E42 : Conception – Adaptation

SESSION 2012

Durée : 3 h
Coefficient : 2

Matériel autorisé :

Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Circulaire n°99-186, 16/11/1999).

Aucun document autorisé

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet se compose de trois dossiers :

Le sujet comprend trois dossiers :

- Le dossier technique : pages DT 1/10 à DT 10/10
- Le dossier travail : pages DQ 1/3 à DQ 3/3
- Le dossier réponse : pages DR 1/5 à DR 5/5

Les questions notées d'un * sont indépendantes.

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR AGROEQUIPEMENT

CONCEPTION – ADAPTATION

Enrouleur Irrifrance Optima 1020

DOSSIER QUESTION



Un agriculteur possède un enrouleur Irrifrance Optima 1020 équipé d'un tuyau polyéthylène (PE) de diamètre 90 mm avec une longueur d'enroulement de 350 m, motorisé par turbine. Cet utilisateur veut augmenter sa surface irriguée, c'est pourquoi il doit adapter les capacités d'irrigation de son enrouleur.

Le **but** de cette étude est de **vérifier** la faisabilité et les modifications à effectuer pour équiper ce modèle d'enrouleur d'un tuyau PE diamètre 110 mm.

1 – Adaptation du système de trancannage (DT 2, 3 et 8/10)

On s'intéresse au système de trancannage qui « balaye » devant la bobine de façon à assurer un enroulement correct du PE. L'étude suivante sera faite en considérant la première couche de PE sur la bobine.

1-1*. Calculer la longueur de tuyau de diamètre 110 mm que l'on peut mettre sur la première couche de la bobine. Le calcul sera effectué sur l'axe du tuyau.

1-2*. Déterminer en mm le déplacement D du système de trancannage pour un tour de bobine.

1-3*. A l'aide des données du document DT8/10, déterminer le nombre de dents Z6 du pignon à l'entrée du renvoi d'angle.

2 – Vérification de la stabilité de l'enrouleur

Le but de cette partie est de vérifier la stabilité de l'enrouleur lorsque l'effort de traction est maximum, on considère donc le PE complètement déployé (350 m). Le coefficient de frottement du PE par rapport au sol est de 0,5.
Poids du PE vide : 3000 N

2-1*. Sur le document réponse DR2/5, tracer au point F **la droite d'action** de l'effort du sol sur le PE.

2-2*. Déterminer le **poids total P** du PE en le considérant plein d'eau (\varnothing intérieur du PE = 100 mm et $g = 9,81 m.s^{-2}$).

2-3. En déduire graphiquement sur le DR2/5 l'effort tangentiel F_T de réaction du sol.

2-4*. Sur le document réponse DR3/5, déterminer graphiquement ou algébriquement les composantes sur X et Y du vecteur \vec{T} .

2-5. Ecrire les équations issues du principe fondamental de la statique (PFS) traduisant l'équilibre de l'ensemble isolé 1 (enrouleur).

2-6. En exploitant l'équation de somme des forces du PFS projetée sur l'axe x, déterminer la composante sur x du vecteur $\vec{A}_{0/1}$, notée A_x , puis graphiquement déterminer $\|\vec{A}_{0/1}\|$ et sa composante A_y .

2-7. En exploitant l'équation de la somme des moments projetée sur l'axe z, justifier s'il y a ou non basculement de l'enrouleur.

Brevet de technicien supérieur AGROEQUIPEMENT		Session 2012
U42 – Conception - Adaptation	AGE4ADA	DQ Page 2/3

3 – Etude du système moteur (DT 3 à 7/10)

Le constructeur annonce une vitesse maximum du canon de 50 m.h^{-1} , l'agriculteur souhaite utiliser ce matériel à cette vitesse pour certaines cultures. Les capacités hydrauliques de son réseau d'irrigation sont de l'ordre de $50 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ à 10 bar.

Le but de cette partie est de vérifier si la turbine est capable de tracter le canon à 50 m.h^{-1} .

3-1*. Considérant un effort de traction maximum de 20000 N, déterminer la vitesse de rotation ω_3 de la bobine et le couple nécessaire C_3 . (On considère la première couche de tuyau sur la bobine et on travaillera avec l'axe du tuyau).

3-2. En fonction des caractéristiques de la transmission par chaîne entre la bobine et la boîte de vitesses (pignon 4 DT4/10), déterminer le couple C_4 et la vitesse de rotation ω_4 en sortie de la boîte de vitesses.

En déduire la puissance mécanique utile P_{m4} en sortie de boîte de vitesses et la puissance mécanique absorbée P_{m1} à l'entrée.

3-3. Après avoir déterminé le rapport de réduction de la boîte de vitesses (en « grande » vitesse), déterminer la vitesse de rotation ω_1 du pignon 1 à l'entrée de la boîte de vitesses. (Elle correspond à la vitesse de rotation de la turbine).

3-4*. La turbine a un rendement volumétrique de **0,7**; déterminer le débit d'eau nécessaire Q_E pour obtenir une vitesse de rotation de 375 tr.min^{-1} .

3-5*. Considérant la puissance mécanique utile en sortie de turbine de 400 W, déterminer la puissance hydraulique nécessaire P_H .

3-6. En déduire la pression nécessaire notée Δp_T (celle-ci correspondra à la perte de pression au niveau de la turbine dans la suite de notre étude).

3-7. L'enrouleur fonctionnera-t-il correctement ? Commenter votre réponse.

4 – Pression au canon

Afin d'utiliser l'enrouleur de façon optimale, on doit connaître la portée d'arrosage du canon qui permettra à l'agriculteur de déterminer les intervalles de placement. Pour cela on doit connaître la pression disponible au niveau du canon, celui-ci est équipé d'une buse de sortie de 24 mm.

Hypothèses :

- On considère une section intérieure constante des canalisations de 100 mm
- La parcelle à irriguer a un dénivelé très faible, on le négligera
- Longueur du tuyau polyéthylène : 350 m
- Débit d'eau : $50 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$
- Viscosité cinématique de l'eau à 10° : $\nu = 1,3.10^{-6} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$

Effectuer les questions suivantes sur feuille de copie et reporter vos résultats sur le document réponse DR4/5 :

4-1*. Déterminer la vitesse linéaire d'écoulement de l'eau dans le tuyau.

4-2*. En considérant une vitesse d'écoulement de 2 m.s^{-1} , déterminer les pertes de charges singulières dans l'enrouleur.

4-3*. Déterminer les pertes de charges régulières dans le PE.

4-4. En déduire la pression au niveau du canon (DR4/5).

4-5. A l'aide des courbes DR5/5 relever la portée d'arrosage obtenue. Conclure

Brevet de technicien supérieur AGROEQUIPEMENT	Session 2012
U42 – Conception - Adaptation	AGE4ADA DQ Page 3/3

CONCEPTION – ADAPTATION

Enrouleur Irrifrance Optima 1020

DOSSIER REPONSE

Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau SCLP/EN

Hypothèses :

- L'action de réaction du sol sur le PE est considérée au point F

1 cm = 5000 N

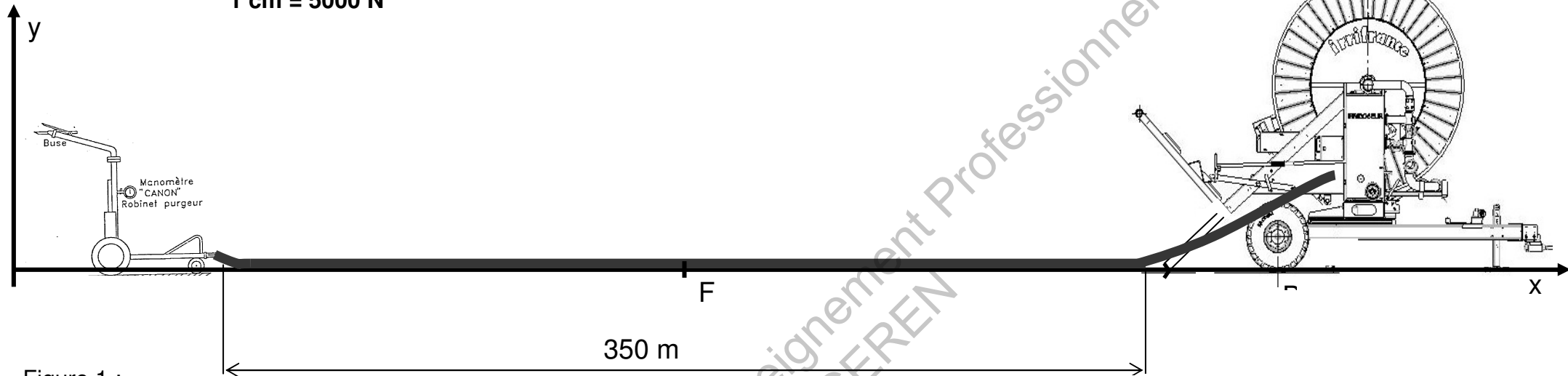
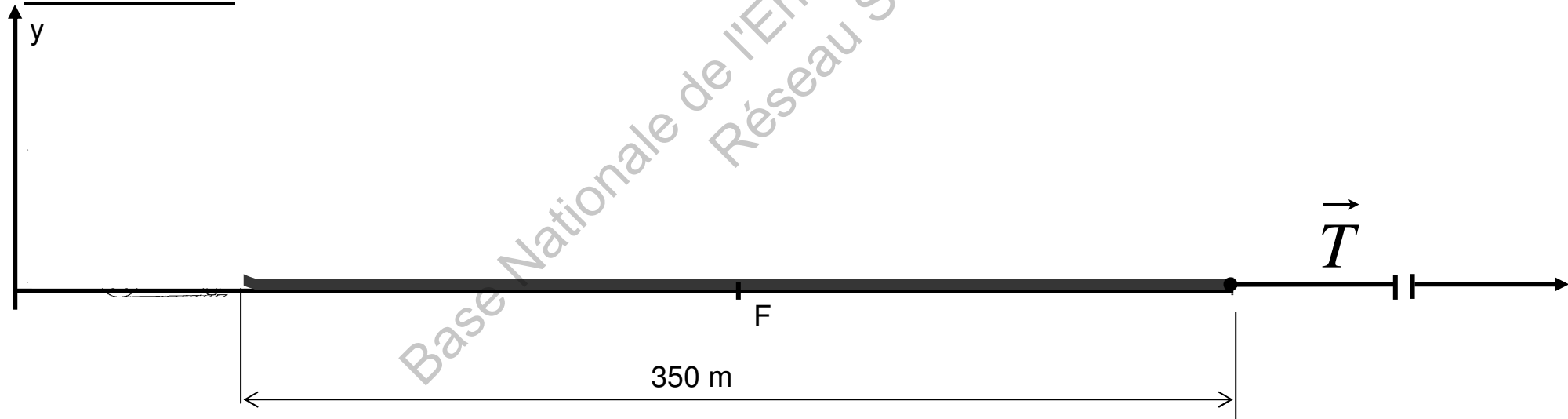


Figure 1 :
Isolément du PE :



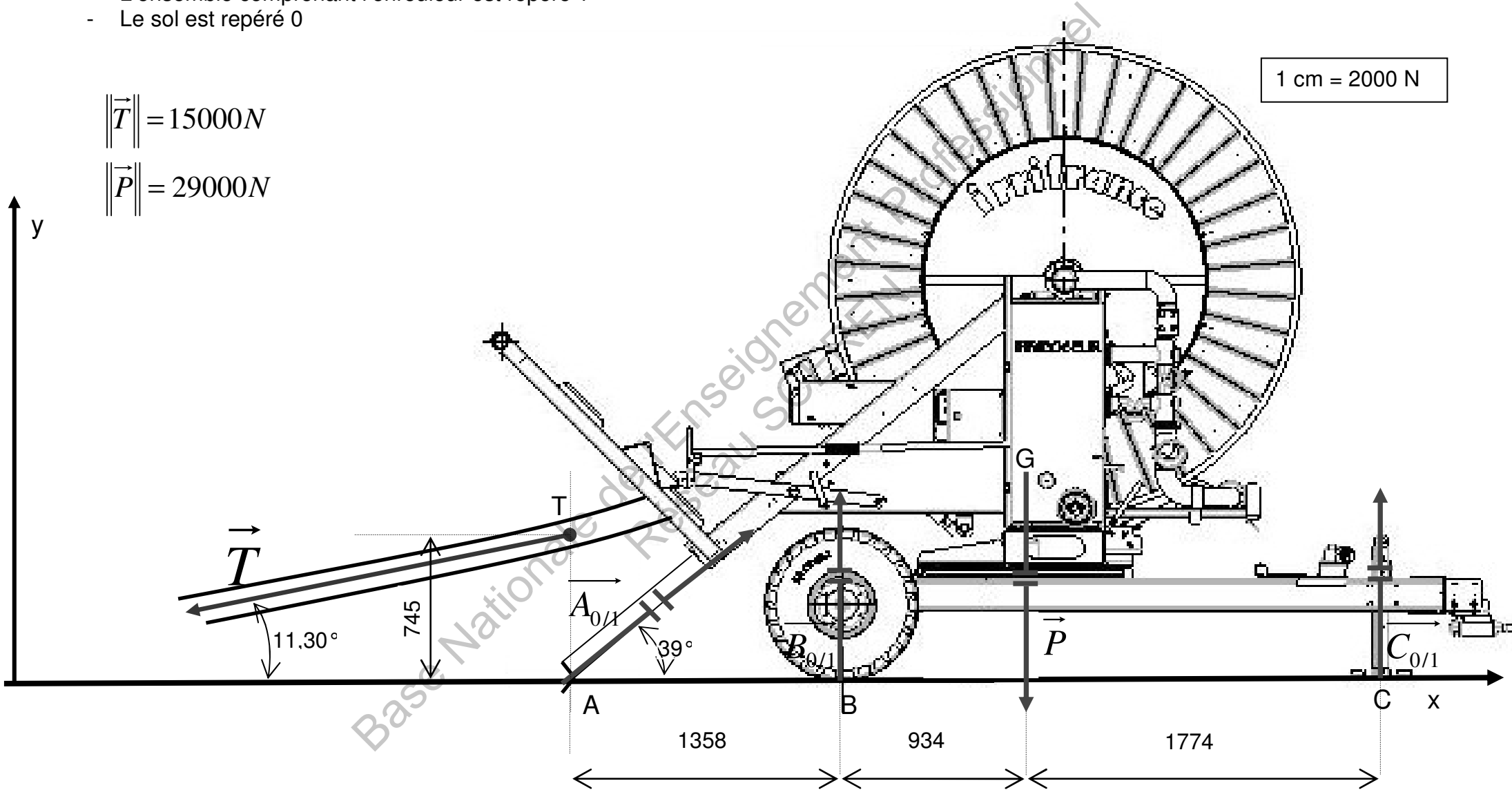
Hypothèses :

- L'étude se trouve dans le plan de symétrie passant par le centre de l'enrouleur
- L'ensemble comprenant l'enrouleur est repéré 1
- Le sol est repéré 0

$$\|\vec{T}\| = 15000N$$

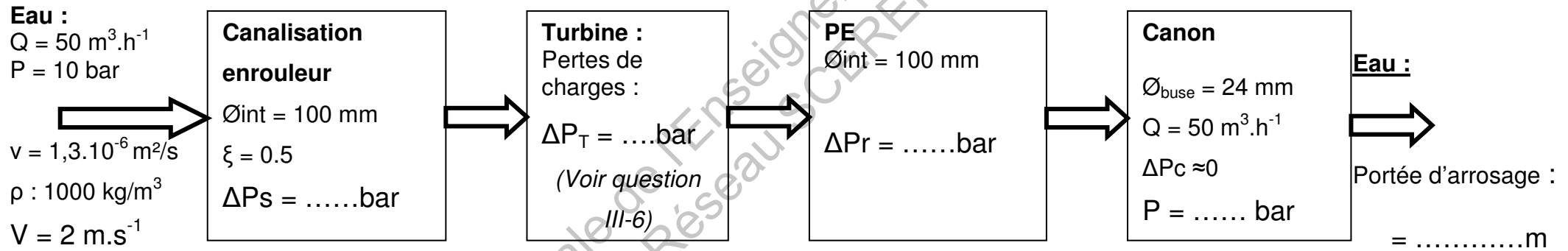
$$\|\vec{P}\| = 29000N$$

1 cm = 2000 N



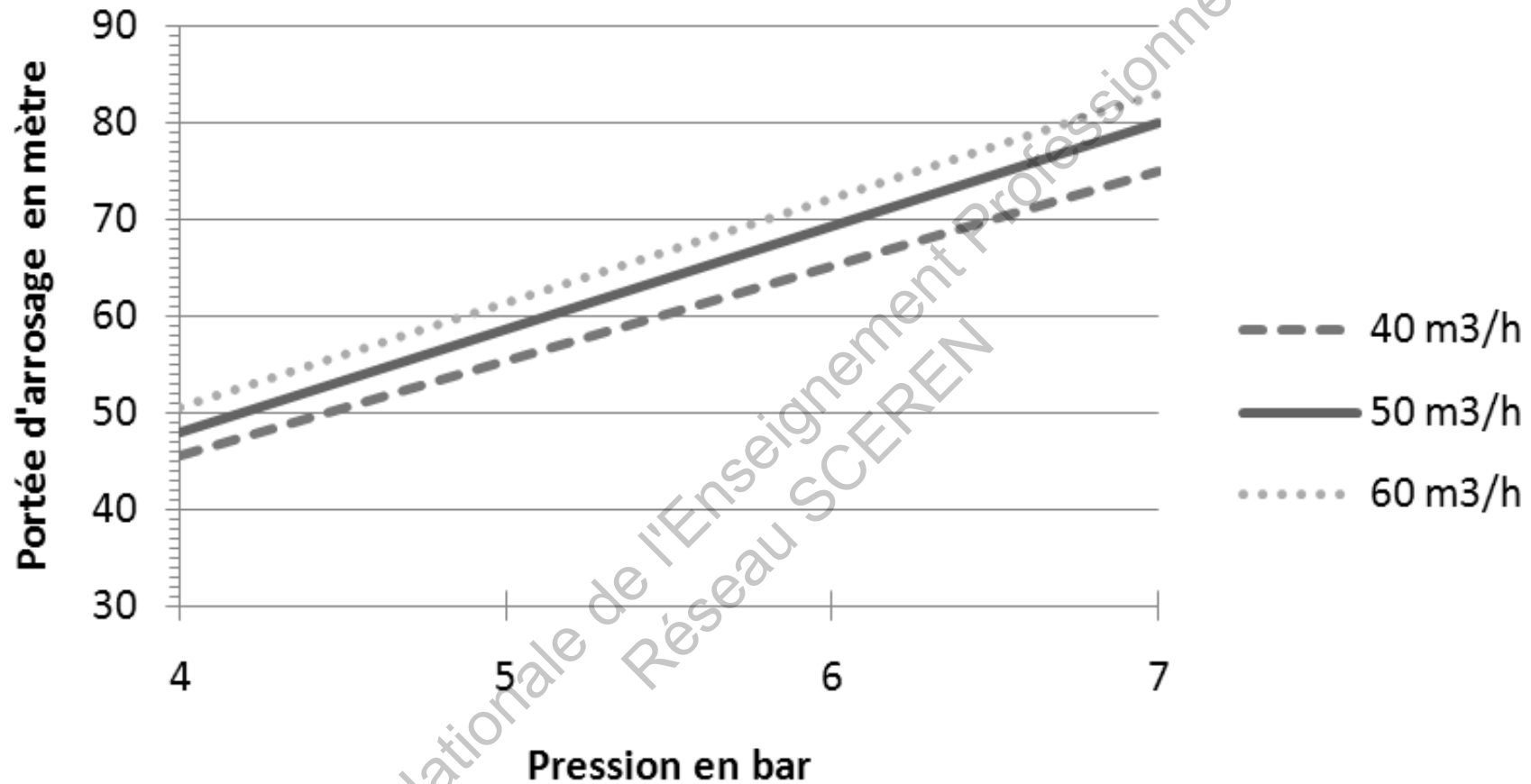
IV – Pression au canon

Compléter la chaine cinématique de l'eau suivante :



Base Nationale de l'Enseignement Professionnel
Réseau CIREN

Portée d'arrosage en fonction de la pression



Portée d'arrosage =m

CONCEPTION – ADAPTATION

Enrouleur Irrifrance Optima 1020

DOSSIER TECHNIQUE

Remarque : toutes les données, caractéristiques, schémas, dessins, simulations, etc. de ce dossier ne correspondent pas nécessairement rigoureusement aux caractéristiques réelles des systèmes.



Généralité :

Depuis 35 ans, Irrifrance produit, crée, innove pour mettre en œuvre des matériels d'irrigation toujours mieux adaptés aux besoins des agriculteurs, en leur apportant la rentabilité de leur investissement, quelles que soient les cultures, la taille de leur exploitation ou les lieux de production.

De ce fait Irrifrance commercialise divers systèmes d'irrigation (gouttes à gouttes, pivots, rampes, enrouleurs,...). Le modèle optima 1020 fait partie de la gamme moyenne et possède les caractéristiques suivantes :

Performances hydrauliques							
Modèle	Ø PE	PE Long.(m)	PE Ep.(cm)	Débit (m ³ /h)	Pression entrée (Bars)	Largeur bande arrosée en m	Surface moyennée en h
Optima 1020	Ø 82	420	7,5	23 - 37	5,5 - 10	54 - 66	2,7
	Ø 90	400	6,7	23 - 50	5,5 - 11	54 - 78	2,9
	Ø 90	450	8,2	25 - 45	5,5 - 11	54 - 78	3,3
	Ø 100	330	7,4	23 - 70	5,5 - 10	66 - 84	3,1
	Ø 100	370	7,4	23 - 60	5,5 - 10	66 - 84	3,5
	Ø 100	410	7,4	23 - 60	5,5 - 10	66 - 84	3,7

Dimensions								
Modèle	Hauteur (m)	Largeur (m)	Long sans traîneau (m)	Long avec traîneau (m)	Hauteur sous châssis (m)	Pneus	Poids vide d'eau	Poids en eau
1020	3,16	2,32	5,10	6,40	0,32	10 x 0,75 x 15	2900	4900

Un enrouleur d'irrigation peut être monté suivant différentes configurations selon les besoins de l'agriculteur. On pourra installer divers diamètres et longueurs de tuyau polyéthylène (PE).

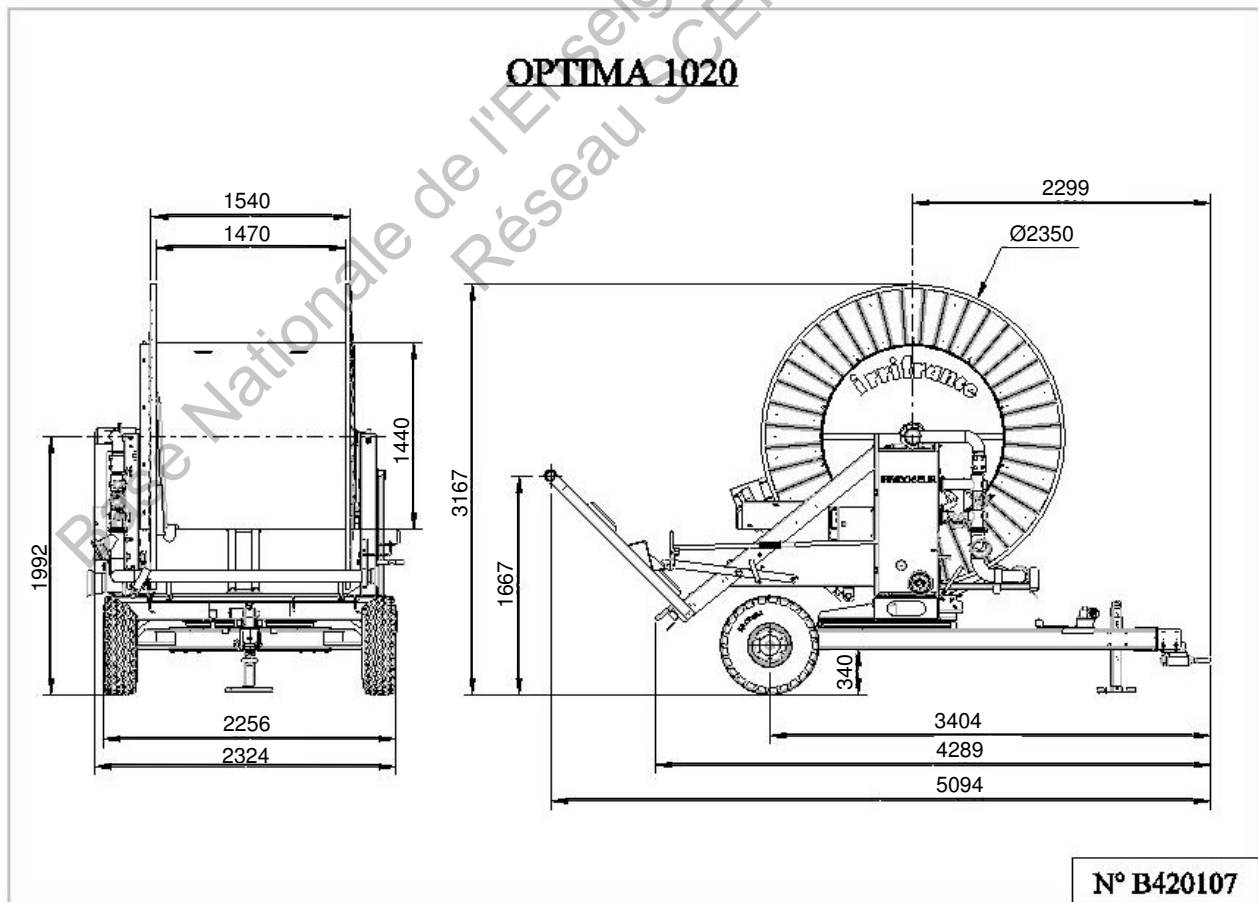
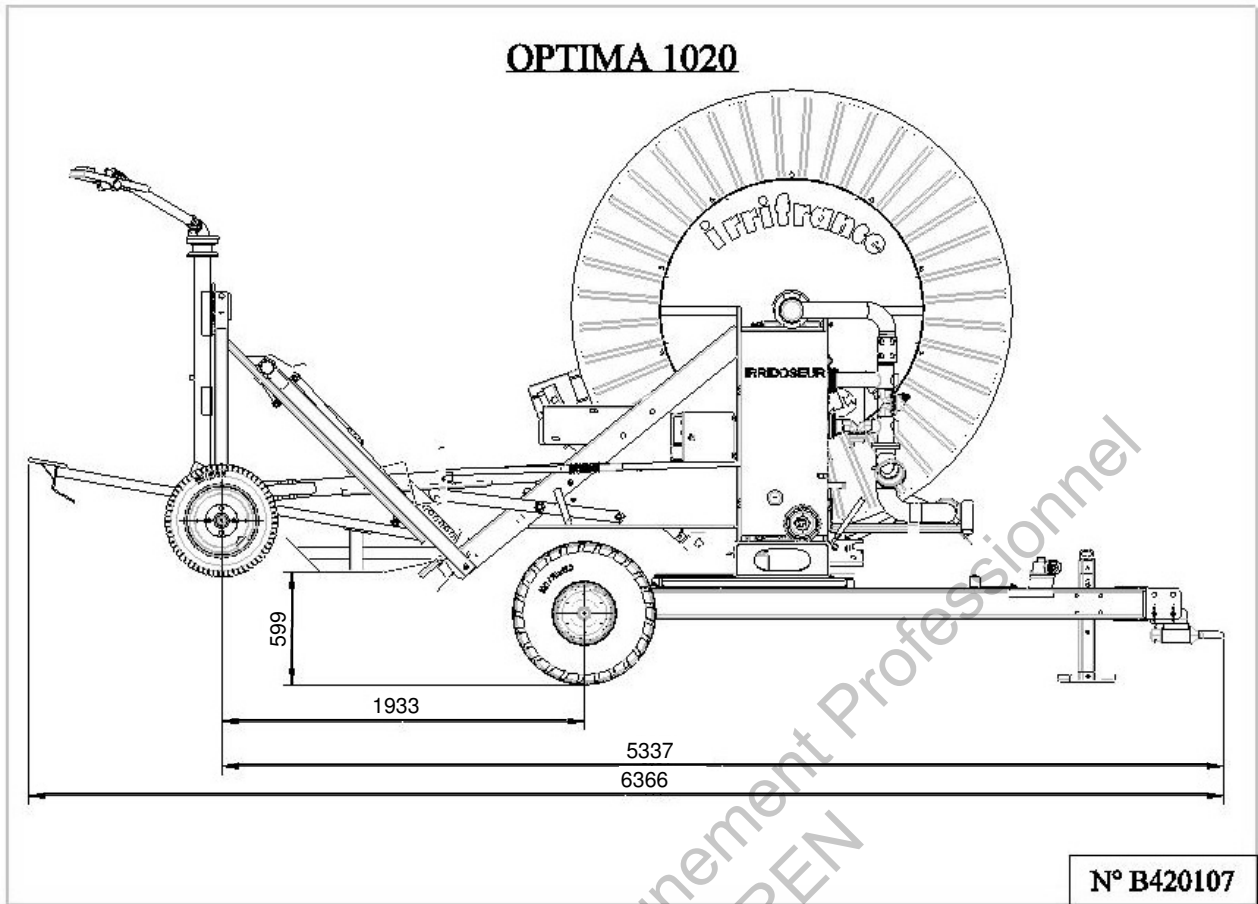
Equipement standard :

- Rotation de tourelle mécanique
- Double alimentation
- Bêches d'ancrage mécaniques
- Relevage automatique du traineau
- Enrouleur à voie réglable de 1800 à 2100 mm
- By-pass monobloc en fonte avec vanne intégrée
- Traineau galvanisé anti canardage
- Prise de force.

Equipement optionnel :

- Vanne d'arrêt automatique ou vanne de décharge
- Rotation + bêches hydrauliques
- Châssis galvanisé.

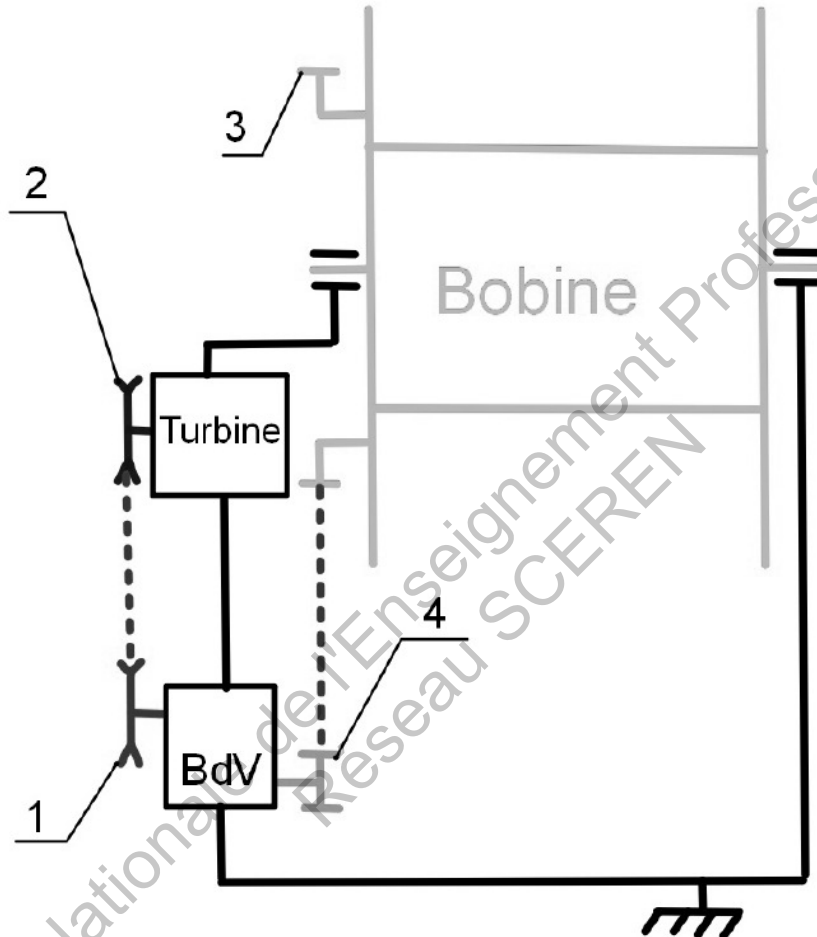
Dimensions :



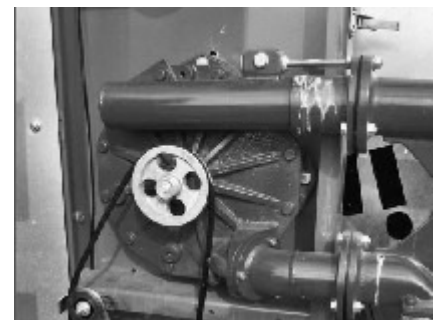
Transmission :

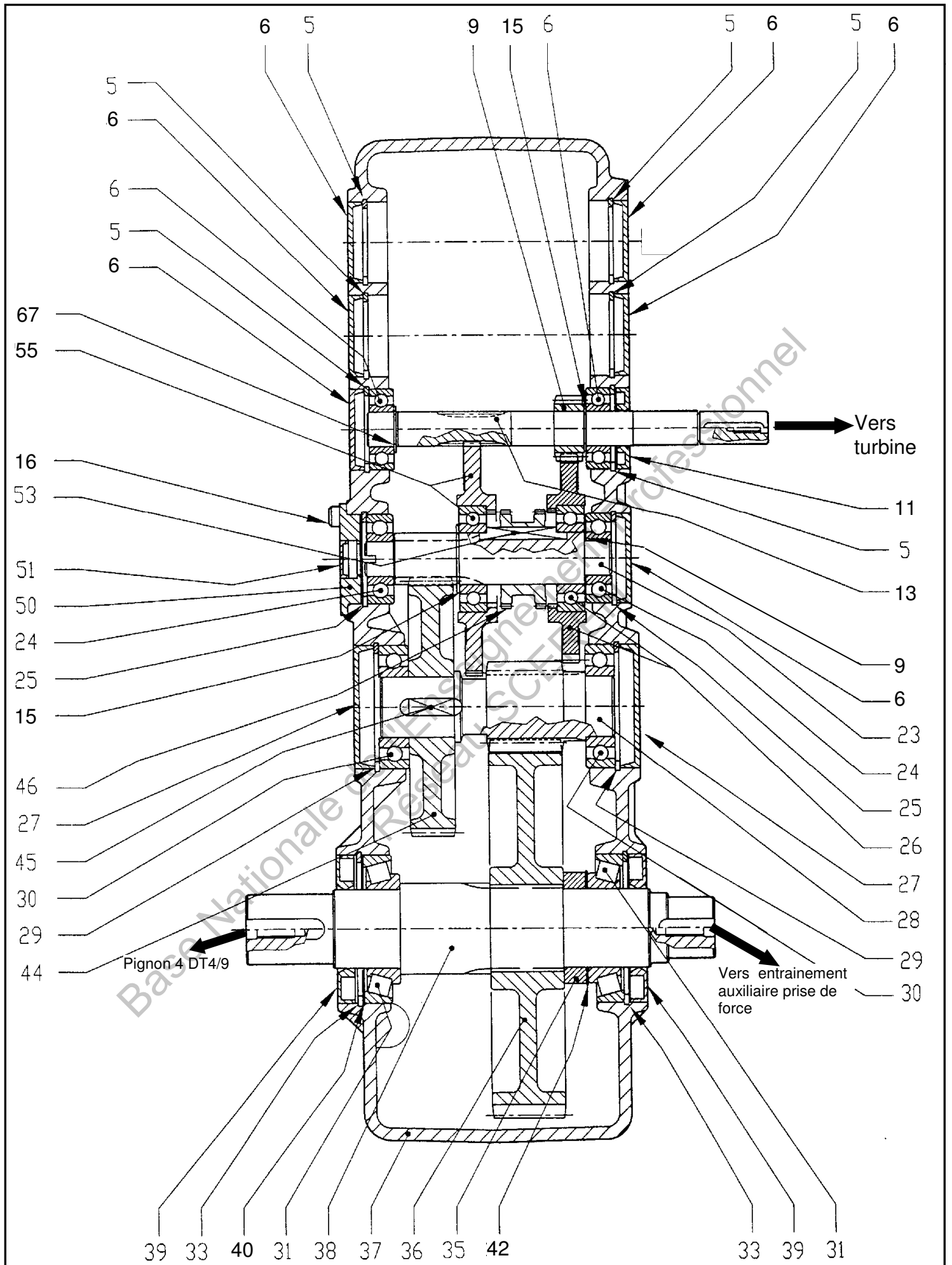
Pour une bonne irrigation, l'enrouleur doit apporter la quantité d'eau nécessaire à la plante et de façon identique quels que soient les endroits de la parcelle. Pour cela l'utilisateur peut moduler la vitesse d'avancement de 10 à 50 m.h⁻¹. On peut agir sur la boîte de vitesse composée de deux rapports ou sur la vitesse de rotation de la turbine qui est modulée par un régulateur de débit (voir DT 9/10). Ce même composant permet également de maintenir la vitesse d'avancement du canon constante quelle que soit la couche d'enroulement sur la bobine. Un palpeur relié au PE sur la bobine agit mécaniquement sur le régulateur.

Schéma de principe de la transmission :



- **Bobine :**
 - 3 : roue dentée de bobine $Z_3 = 109$ dts
- **Turbine :**
 - 2 : Poulie sortie de turbine $\varnothing_2 = 112$ mm
 - Rendement volumétrique : $\eta_v = 0,7$
 - Rendement global : $\eta_g = 0,5$
 - Cylindrée = 350 cm³/tr
- **Boîte de vitesses :**
 - 1 : Poulie entrée boîte de vitesses $\varnothing_1 = 112$ mm
 - 4 : Pignon de sortie boîte de vitesses $Z_4 = 6$ dts
 - Rapport de réduction petite vitesse : $r_1 = 0,004$
 - Rapport de réduction grande vitesse : $r_2 = ?$
 - Rendement mécanique : $\eta = 0,7$

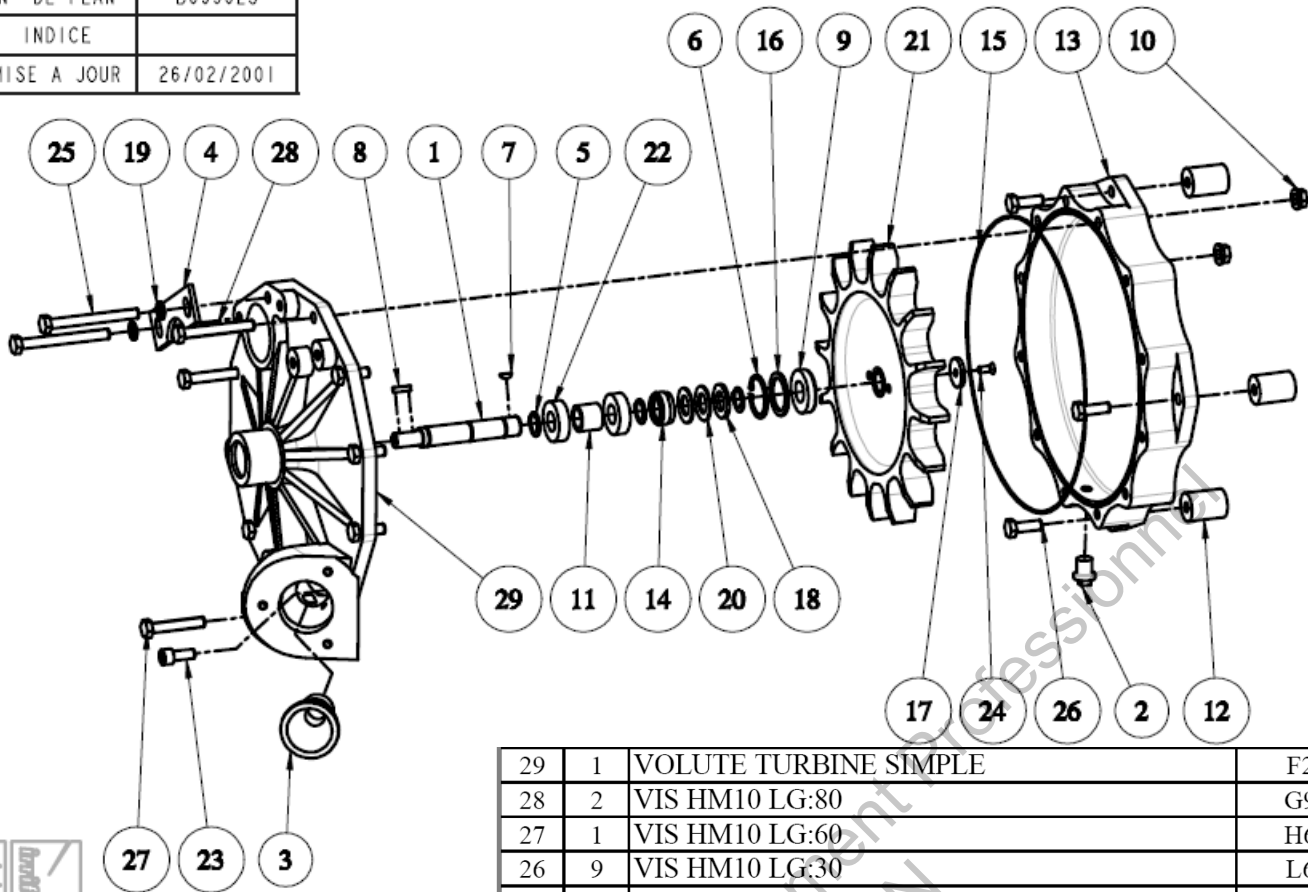




AGE4ADA		Conception - Adaptation Boîte de vitesse Optima 1020	Dessin D'ensemble DT 5/10
Durée : 3 h			
Epreuve E42	Echelle 1 : 2.5		

REP item	REF Part n°	DESIGNATION	DESCRIPTION	QT off u
1	A 82363	Goupille 8 x 28	Split pin 8x 28	2
2	T 82380	Ressort	Spring	1
3	M 82397	Plaquette	Cover plate	1
4	F 82414	Capuchon fermeture 47x7	Shutting cowl 47x7	6
5	R 34791	Circlips int d 47	Internal circlips d 47	7
6	M 79982	Roulement 6204	Ball bearing 6204	3
7	Z 82431	Levier	Level	1
8	S 82448	Bague étanche 20x47x7	Ring 20 x 47 x 7	1
9	L 82465	Pignon 19 Z13 M 1.25	Pinion 19 Z13 M1,25	1
10	E 82482	Pignon Z14 M 2.25	Pinion Z14 M 2,25	1
11	B 79558	Circlips ext d 20	External circlips d20	1
12	Y 82499	Pignon Z 34 M2	Pinion Z34 M 2	1
13	R 82516	Arbre 1" 3/8 Z 6	Axle 1 " 3/8 Z 6	1
14	E 89543	Ecrou M 20	Nut HU M 20 6/8 ZN	1
15	K 82533	Cale 35.3 x 1,3	Shim 35,3 x 1,3	1
16	X 46272	Vis Chc M8 x 18	Screw Chc M 8 x 18	6
17	D 82550	Bouchon remplissage	Filling plug	1
18	X 82567	Roulement 6007	Ball bearing 6007	2
19	Q 82584	Bille 5/16" 7,9 MM	Ball 5/16 " 7,9 MM	1
20	J 82601	Entretoise	Spacer	1
21	C 82618	Joint torique 15,08 x 2,62	O ring 15,08 x 2,62	1
22	W 82635	Pommeaux	Pommeaux	1
23	P 82652	Arbre pignon Z 12 M 2	Pinion axle Z 12 M 2,75	1
24	R 43807	Roulement 6304	Ball bearing 6304	1
25	L 51231	Circlips int d 52	Internal circlips d 52	1
26	H 82669	Engrenage USC.6206 Z = 47 dts	Gearing USC.6206	1
27	B 82686	Capuchon fermeture 72 x 10	Shutting cowl 72x10	2
28	V 82703	Arbre pignon Z 12 M 2.75	Pinion axle Z 12 M 2,75	1
29	Z 38754	Circlips int d 72	Internal circlips d 72	2
30	K 77082	Roulement 6207	Ball bearing 6207	2
31	W 51401	Roulement 6208	Ball bearing 6208	2
32	N 82720	Capuchon fermeture 80 x 10	Shutting cowl 80x10	1
33	N 51486	Circlips int d 80	Internal circlips d 80	2
34	G 82737	Clavette // type B 12x8x35	Copper // type B 12x8x35	1
35	S 82839	Entretoise	Spacer	1
36	L 82856	Couronne Z62 M2.75	Rim Z62 M2,75	1
37	*****	Boite	Box	1
38	E 82873	Abre 35	Axle 35	1
39	Y 82890	Bague étanchéité 40x80x10	Ring 40x80x10	1
40	X 82958	Cale 40.3x2.0	Shim 40,3x2,0	1
41	P 83043	Joint OR OR-3062	O ring OR-RO-3062	1
42	Q 82975	Cale 40.3x2.5	Shim 40,3x2,5	1
43	H 83060	Tige de commande	Drive rod	1
44	B 83077	Couronne Z73 M2	Rim Z73 M2	1
45	A 82754	Clavette // type B 10x8x25	Copper // type B 10x8x25	1
46	N 83111	Douille	Buch	1
47	N 60295	Circlips ext d 35	External circlips d35	2
48	G 83128	Tambour	Drum	1
49	J 82992	Cale 20.3x1.0	Shim 20,3x1,0	1
50	A 83145	Couvercle	Cover	1
51	Z 91976	Rondelle plate D8	Washer 8 MN ZN	2
52	T 83162	Couvercle	Cover	1
53	M 83179	Languette	Spline feather	1
54	P 37273	Circlips ext d 30	External circlips d30	1
55	H 82669	Engrenage USC.6206 Z = 48 dts	Gearing USC.6206	1
56	V 64717	Garniture frein	Lining	1
57	R 82907	Bague étanchéité 35x62x10	Ring 35x62x10	1
58	F 83196	Ressort	Spring	1
59	Z 83213	Temoin de niveau	Wing indicator	1
60	S 83230	Bouchon 3/8 "	Plug 3/8 "	1
61	L 83247	Capuchon fermeture 62x10	Shutting cowl 62x10	1
62	S 38771	Circlips int 62	Internal circlips d 62	2
63	T 82771	Clavette // type A 10x8x25	Copper // type A 10x8x25	1
64	E 83264	Capuchon fermeture 22x4	Shutting cowl 22x4	1
65	X 79945	Vis Chc M8 x 12	Screw Chc M 8 x 12	2
66	Y 83281	Pivot cylindrique	Swivel-pin	1
67	C 83009	Cale 4,8x1	Shim 4,8x1	1
253	K 82924	Bague étanchéité 8x22x7	Ring 8x22x7	1

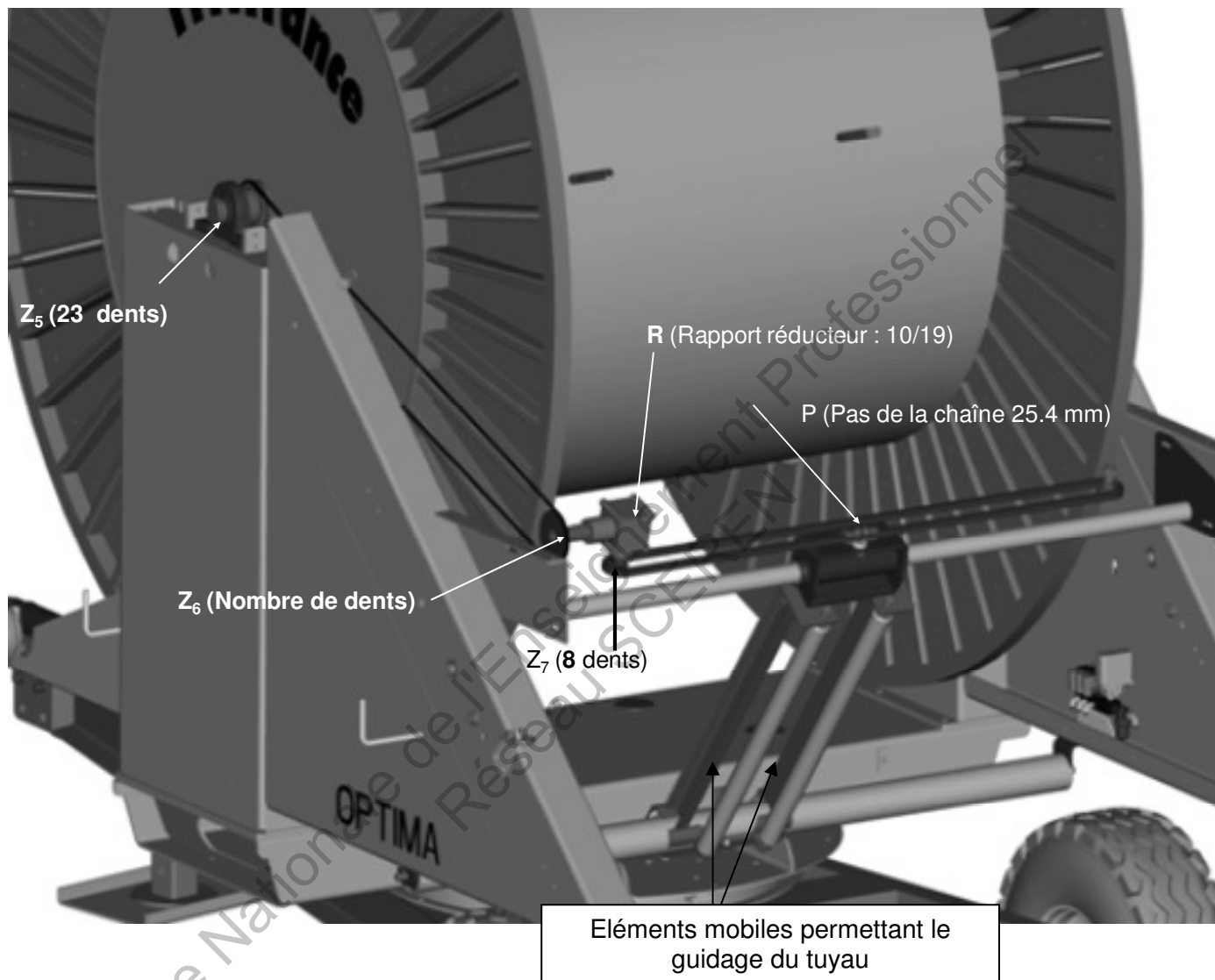
N° DE PLAN	B099025
INDICE	
MISE A JOUR	26/02/2001



29	1	VOLUTE TURBINE SIMPLE	F23695
28	2	VIS HM10 LG:80	G94260
27	1	VIS HM10 LG:60	H65902
26	9	VIS HM10 LG:30	L66480
25	2	VIS HM10 LG:100	R65358
24	1	VIS FHC M6 LG:15	x23457
23	1	VIS CHC M10 x 25	R71223
22	2	ROULEMENT 6004	B23576
21	1	ROUE FONTE TURBINE ST1	M23678
20	2	RONDELLE POUR PLAQUE DE FERMETURE	J12267 **
19	2	RONDELLE EVANTAIL Ø10 AZ	M19676 **
18	1	RONDELLE DE COMPENSATION	J23491 **
17	1	RONDELLE D'APPUIE ROUE	Q23474
16	1	RONDELLE D'APPUI JOINT V.RING	P23542 **
15	1	JOINT TORITE	R23406
14	1	JOINT A GLACE GYR 20	V80288 **
13	1	FLASQUE TURBINE SIMPLE	Z23712
12	3	ENTRETOISE TURBINE	C31788
11	1	ENTRETOISE ROULEMENT	T23661
10	4	ECROU EMBASE CRANTE M10	Q38792
9	1	CONTRE FACE GCN 20 Y1	B80271 **
8	1	CLAVETTE TYPE A 5X5X20	G49548
7	1	CLAVETTE DISQUE 3x5	D23440 **
6	1	CIRCLIPS INTERIEUR Ø42	L99232
5	3	CIRCLIPS EXTERIEUR Ø20	B79558 **
4	1	BUTEE SORTIE TURBINE	H98953
3	1	BUSE ENTREE TURBINE DIAM.20	N99004
2	1	BOUCHON FIG.290MALE 3/8	Z14167
1	1	AXE TURBINE FONTE	A23644
REP	QTE	DESIGNATION	REFERENCE
		TURBINE EQUIPEE	
			24/04/01

système de trancannage :

Le système de trancannage va permettre le bon enroulement du flexible sur la bobine, il est asservi avec la vitesse de rotation de la bobine et va guider le tuyau polyéthylène pendant son enroulement. Il réalise des va-et-vient devant la bobine, il est configuré suivant le diamètre du PE. La vitesse de déplacement sera différente suivant le nombre de tours de bobine à faire pour remplir une couche. Lorsque l'intégralité du PE est enroulée, on a 4 couches d'enroulement dans la bobine.



CALCUL PIGNON DE TRANCANNAGE

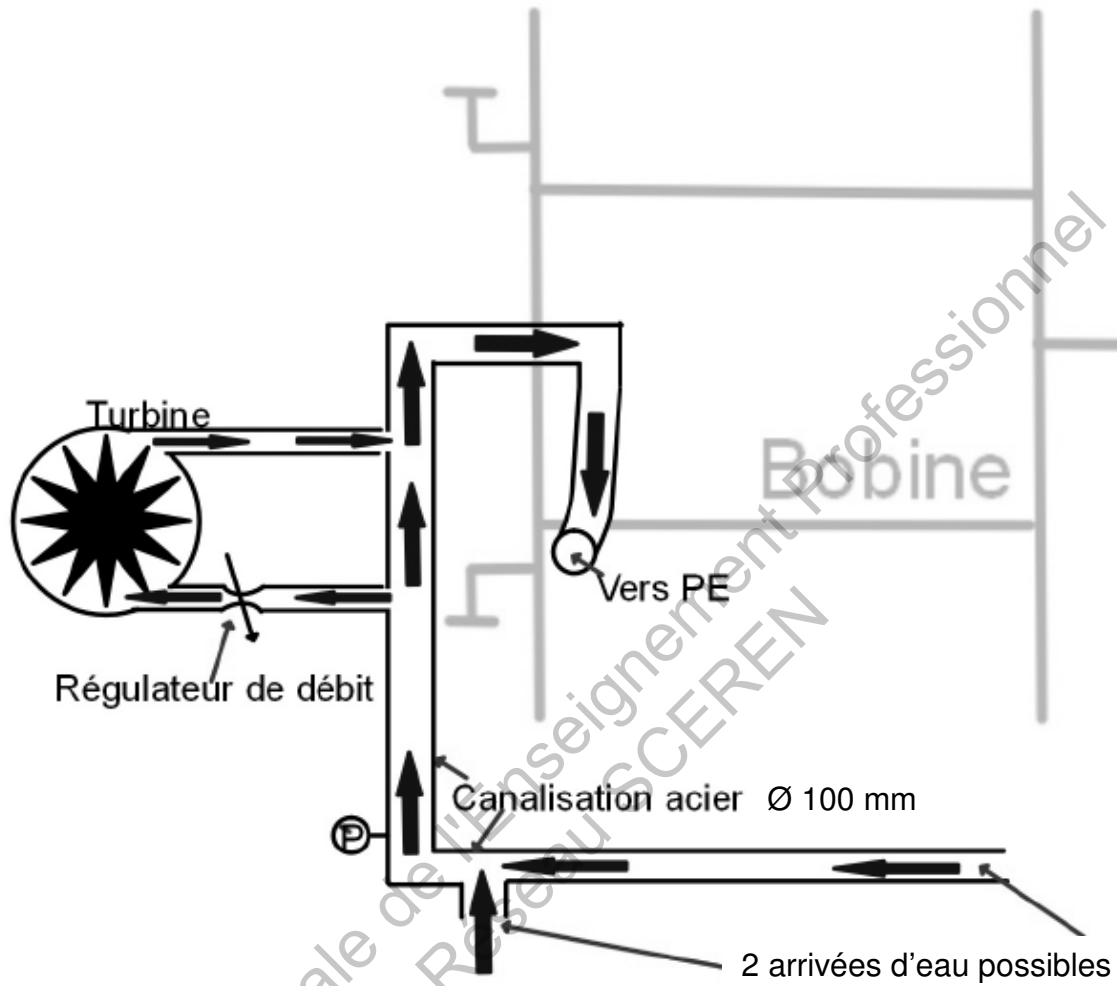
D : Déplacement fourchette (mm par tour de bobine)

$$D = Z_7 \times (10/19) \times (Z_5 / Z_6) \times P$$

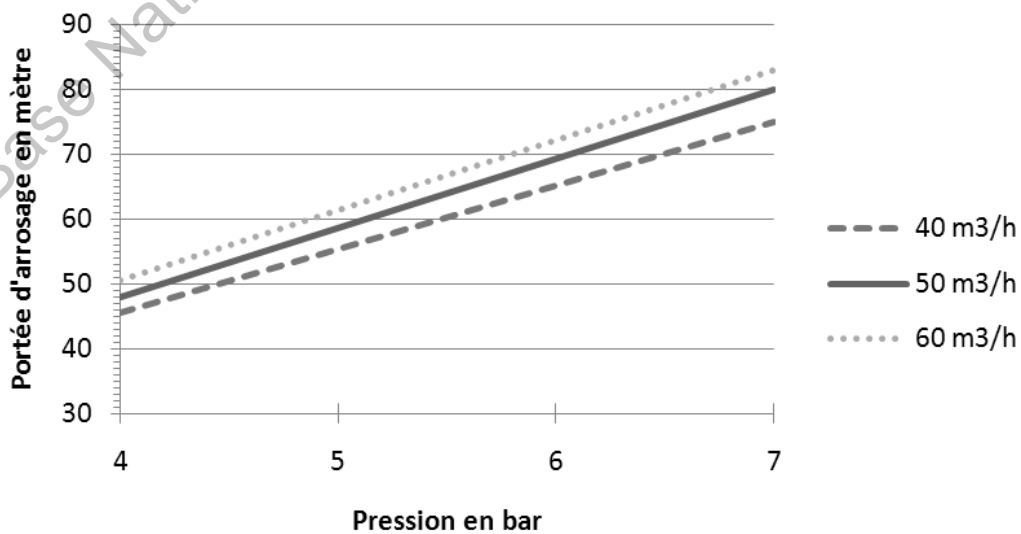
Alimentation hydraulique :

L'enrouleur est alimenté en eau via un réseau souterrain et une centrale de pompage qui fournit un débit de $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ d'eau à l'enrouleur. La pression maximum relevée à l'entrée de l'enrouleur est de 10 bars.

Schéma de principe de l'alimentation en eau :



Portée d'arrosage en fonction de la pression



Pertes de charges :

En présence de débit, on a présence d'une différence de pression, sinon le fluide serait en équilibre statique. Pour déplacer un fluide on utilise la différence de pression pour vaincre les frottements et diriger le liquide. La pression est toujours supérieure en amont. La différence de pression se nomme **perte de charges** et elle s'exprime en **Pascal**.

Pertes de charges régulières (ΔP_r en Pa) :

$$\Delta P_r = \lambda \frac{L.V^2}{d.2} \rho$$

λ = coefficient de pertes de charges régulières
L : longueur de la conduite (m)
d : diamètre de la conduite (m)
V : vitesse moyenne de l'écoulement (m/s)
 ρ : masse volumique en kg/m³

$$\lambda = \frac{0,316}{Re^{0,25}}$$

Dans notre cas, Re (nombre de Reynolds) :

Re = 154000, il caractérise un écoulement turbulent.

Pertes de charges singulières (ΔP_s en Pa) :

$$\Delta P_s = \xi \frac{V^2}{2} \rho$$

ξ : coefficient de pertes de charges singulières
 ξ (coudes sur enrouleur) = 0,5