



Ce document a été mis en ligne par l'organisme [FormaV®](#)

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :

[www.formav.co/explorer](http://www.formav.co/explorer)

## BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR AGRICOLE E7-3 EPREUVE INTÉGRATIVE

Option : Génie des équipements agricoles

*Durée : 180 minutes*

---

Matériel(s) et documents autorisé(s) : **Calculatrice**

---

Le sujet comporte 13 pages

**PARTIE 1 : LABOUR** ..... 14 points

**PARTIE 2 : DESHERBAGE MECANIQUE** ..... 26 points

*Les annexes A et B sont à rendre avec la copie*

---

### SUJET



Le désherbage chimique est aujourd'hui très controversé. Dans un objectif d'une agriculture plus éco-responsable, l'agriculteur doit faire appel à des solutions alternatives pour diminuer l'utilisation de produits phytosanitaires et valoriser au mieux les apports de fertilisants.

#### **PARTIE 1 : Labour**

Dans une démarche de réduction des produits phytosanitaires, le labour est une pratique couramment utilisée, outre pour ameublir et aérer le sol, mais surtout pour permettre d'enfouir les adventices présentes sur la parcelle. Un des matériels les plus utilisés est la charrue à largeur variable.

**1.1** A partir du **document 1**, expliquer le principe de fonctionnement d'une charrue à largeur variable.

**1.2** Citer 3 intérêts d'une charrue à largeur variable par rapport à une charrue classique.

**1.3** Chaque corps de labour de la charrue présentée dans le **document 1** est équipé d'une sécurité non-stop mécanique à lames de ressort. Une autre technologie dite non-stop hydraulique est également présente sur ce type de matériel.

**1.3.1** Expliquer le principe de fonctionnement de chaque technologie à l'aide de schémas simples.

**1.3.2** Préciser l'intérêt d'un système non-stop hydraulique par rapport à un non-stop mécanique.

- 1.4** Une charrue pentasocs (5 socs) réglée à 14 pouces, travaille à 20 cm de profondeur dans une terre dont la résistance mécanique est de  $80 \text{ daN.dm}^{-2}$ .  
1 pouce = 2,54 cm
- 1.4.1** Calculer l'effort horizontal minimum de traction nécessaire à l'avancement de l'outil.
- 1.4.2** En déduire la masse minimale du tracteur sachant que le coefficient de traction agricole est de 0,6 et que l'effort de traction nécessaire est de 30000 N. On prendra  $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$
- 1.5** Le **document 2** représente le circuit hydraulique d'une charrue à largeur variable comprenant un vérin de retournement V1 et un vérin à mémoire V2. Les lignes P1 et P2 correspondent à des lignes de pression de fluide hydraulique et les lignes T1 et T2 sont des lignes de retour du fluide hydraulique (sans pression). Quand la tige du vérin V2 est complètement sortie, la charrue se trouve en largeur de travail minimale. Lorsque le conducteur du tracteur actionne le distributeur de « retournement », le cycle se décompose en trois étapes :
- recentrage de la charrue dans l'axe du tracteur grâce au vérin à mémoire ;
  - retournement de la charrue ;
  - retour à la largeur de travail programmée grâce au vérin à mémoire.
- 1.5.1** Donner l'intérêt d'un mécanisme de recentrage.
- 1.5.2** Expliquer le fonctionnement du vérin à mémoire V2 et en particulier le rôle de A1.
- 1.5.3** Identifier le circuit haute pression permettant le recentrage de la charrue, en le surlignant sur le circuit hydraulique de l'**annexe A** (à rendre avec la copie).

## **PARTIE 2 : Désherbage mécanique**

Le désherbage mécanique est de plus en plus pratiqué par les agriculteurs soucieux de limiter les intrants (produits phytosanitaires).

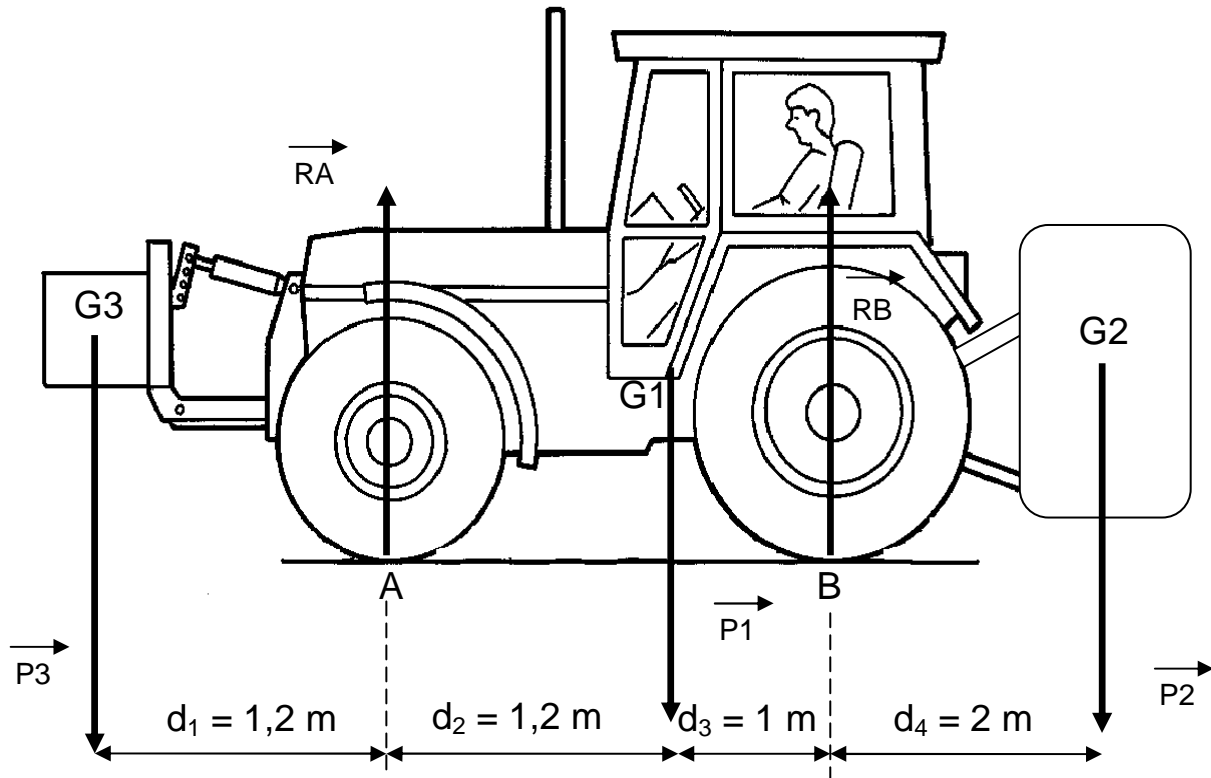
- 2.1** Trois outils permettent à l'agriculteur de réaliser ce travail : la bineuse inter-rangs, la houe rotative, la herse étrille. Décrire brièvement chacun d'eux à l'aide de schémas simplifiés, en précisant le mode d'action.
- 2.2** Citer trois principales caractéristiques d'utilisation optimale de ces machines.
- 2.3** Les bineuses inter-rangs peuvent être équipées d'un système de fertilisation minérale.  
Expliquer le principe de fonctionnement d'un tel système en vous aidant de vos connaissances.  
Le schématiser.
- 2.4** Certaines bineuses inter-rangs sont équipées d'un dispositif de déplacement latéral automatique permettant de ne pas accrocher la culture. Parmi les dispositifs proposés par les constructeurs, certains font appel à des capteurs de position à bobines différentielles. Expliquer le principe de fonctionnement de ce type de capteurs en vous aidant de la figure du **document 3**.
- 2.5** Afin de simplifier la réalisation du travail de désherbage mécanique, on peut faire appel à des systèmes de type DGPS ou RTK.  
Expliquer et comparer ces deux technologies.
- 2.6** Quelques caractéristiques du tracteur et de la bineuse utilisés pour le binage d'une culture de maïs sont données ci-dessous :
- moteur 4 cylindres d'une puissance de 100 CV ; ( $1\text{CV} = 736 \text{ W}$ )
  - consommation spécifique de  $238 \text{ g.kW}^{-1}\text{h}^{-1}$
  - une bineuse de 4 rangs munie d'un fertiliseur
  - espacement entre les rangs : 0,75 m
  - vitesse d'avancement du tracteur utilisé à 50 % de sa charge :  $6 \text{ km.h}^{-1}$
- On prendra une masse volumique, pour le carburant du tracteur de  $850 \text{ kg.m}^{-3}$

**2.6.1** Calculer la consommation horaire du tracteur à partir des informations qui précèdent.

**2.6.2** Déterminer le temps de travail par hectare sachant que les pertes de temps pour les  $\frac{1}{2}$  tours sont estimées à 10 %.

**2.7** Tracer sur un schéma les trois courbes caractéristiques représentant le fonctionnement du moteur. Préciser la plage d'utilisation permettant un rendement au travail optimum et donc une baisse de la consommation horaire.

**2.8** Afin de travailler dans des conditions optimales, on souhaite une répartition des masses de  $\frac{1}{3}$  à l'avant et  $\frac{2}{3}$  à l'arrière lorsque le tracteur avance.



Données :

$M1$  = masse du tracteur à vide = 5 500 kg  
 $M2$  = masse de l'outil porté arrière = 1 200 kg  
 $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

A partir d'une étude statique de l'ensemble (tracteur + outil + masse), déterminer la masse avant  $M3$  à accrocher afin de répondre aux critères d'exigence ci-dessus (détailler les calculs).

**2.9** Les caractéristiques des pneumatiques équipant les roues arrières sont :

**480/70R34 143D**

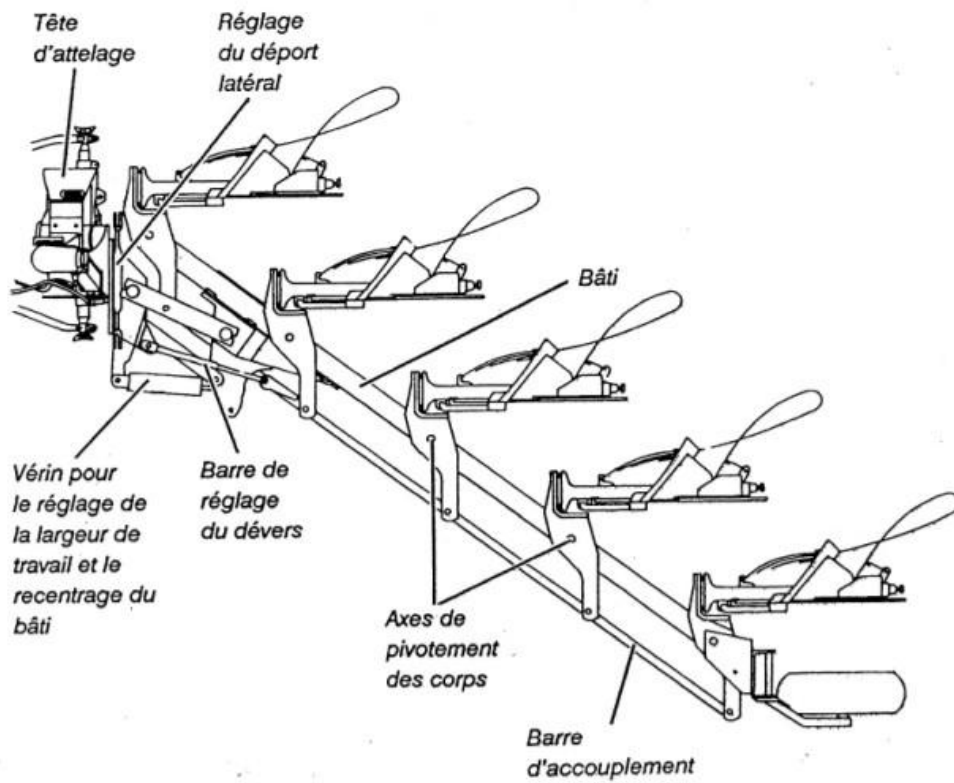
**2.9.1** Définir chacun des termes de la désignation ci-dessus.

**2.9.2** Nous admettons que le pont arrière supporte 4 600 kg.  
A partir du **document 4**, proposer une pression de gonflage pour une vitesse de  $30 \text{ km.h}^{-1}$

**2.10** Le **document 5** représente, en vue de côté, un élément d'une bineuse inter-rangs.  
L'**annexe B** (à rendre avec la copie) représente une seule dent avec son système de fixation.  
Le but de l'étude est de déterminer les caractéristiques dimensionnelles du boulon positionné en A.

- 2.10.1** La dent subit une force  $F$  de 150 daN suivant la direction représentée.  
L'effort de traction dans le boulon est supposé dans l'axe de la vis (vertical).  
Déterminer les efforts en A et B à l'aide d'une méthode de résolution graphique sur **l'annexe B** (à rendre avec la copie). On prendra comme échelle 1 cm = 100 daN.(une feuille de brouillon est jointe).
- 2.10.2** On suppose que l'effort de traction appliqué sur le boulon est de 900 daN.  
Calculer la section résistante minimale  $S_{eq}$  de la vis si la limite élastique  $R_e$  de l'acier utilisé est de 335 Mpa et que le coefficient de sécurité est de 3.
- 2.10.3** En déduire à l'aide du **document 6** le diamètre minimum de la vis de fixation de la dent sachant que la section minimale  $S_{eq}$  est de l'ordre de  $82 \text{ mm}^2$ .

## DOCUMENT 1



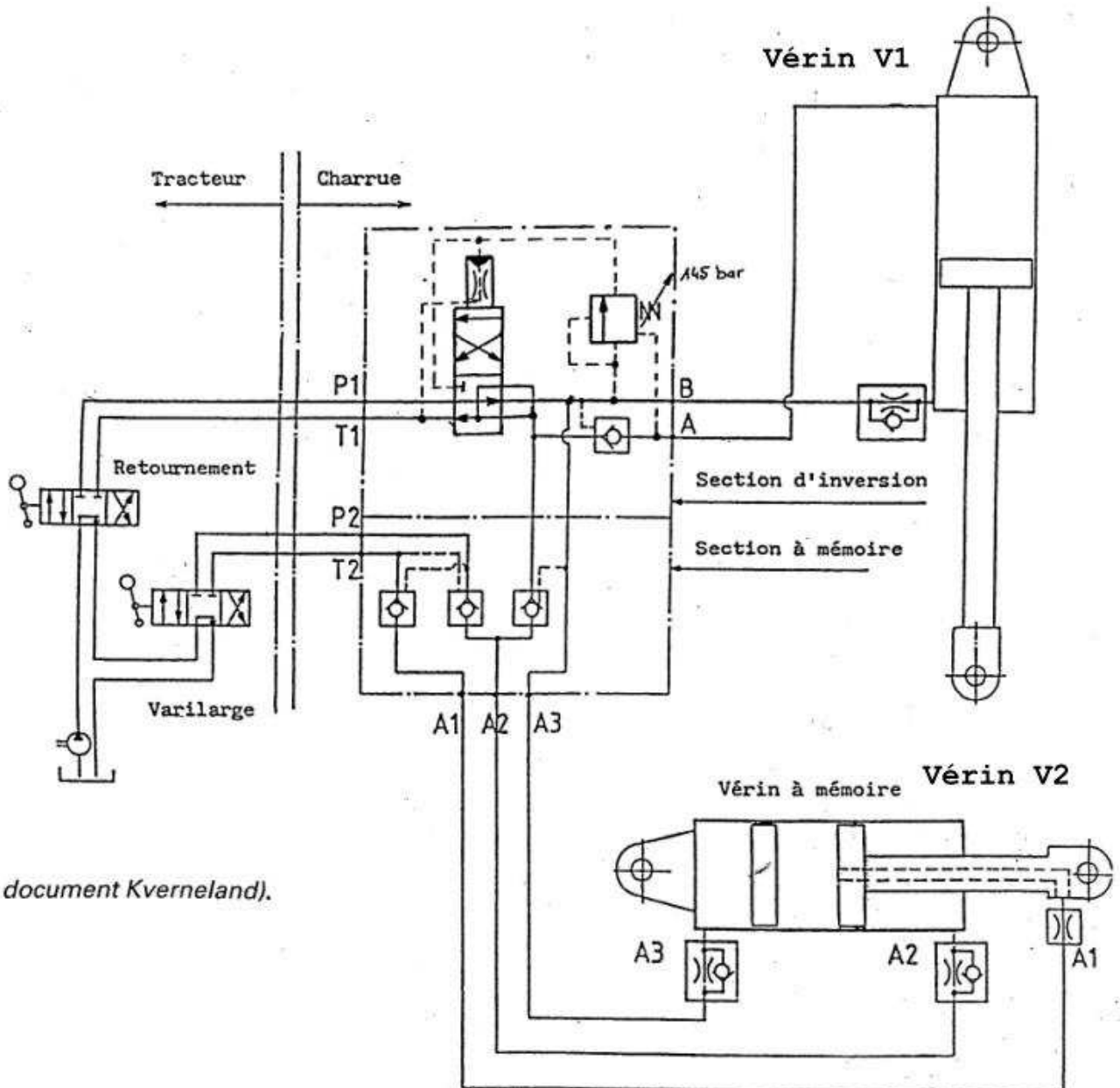
**Vue de dessus d'une charrue pentasocs à largeur de travail variable  
(d'après document Kverneland).**



D'après site Internet Kverneland

## DOCUMENT 2

### Circuit hydraulique d'une charrue à largeur variable

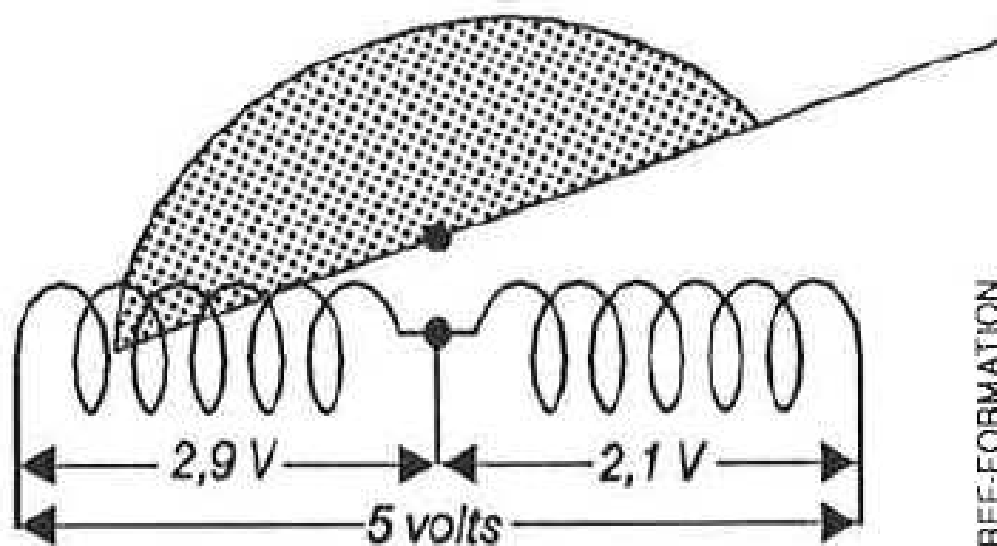
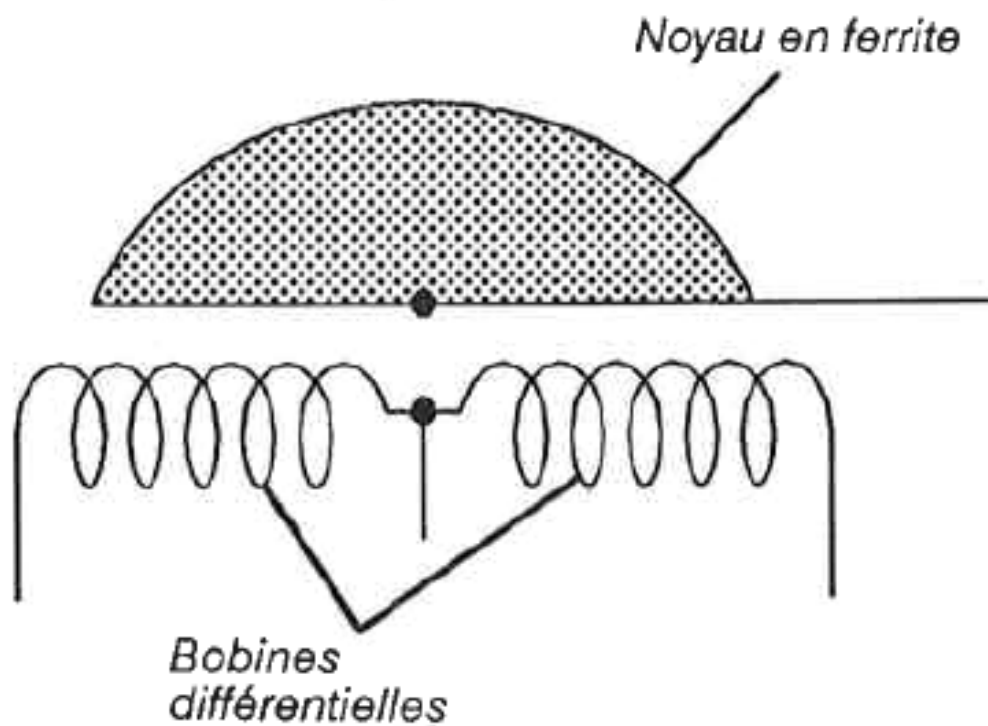


(d'après document Kverneland).

### DOCUMENT 3

#### Capteurs à bobines différentielles

##### INDUCTION EQUILIBREE



##### INDUCTION DESEQUILIBREE

CEMAGREF-FORMATION



## DOCUMENT 4

### Extrait d'un catalogue de pneumatiques Michelin

#### MICHELIN AGRIBIB

 De 60 à 170 cv pneus standard série 85

| (1)                      | Pressions en bar - Charges par pneu en kg |       |       |       |       |       |       |       | 10 km/h<br>à faible couple | Vol.<br>à 75 %<br>litres |
|--------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------|--------------------------|
|                          | 0,50(2)                                   | 0,60  | 0,80  | 1,00  | 1,20  | 1,40  | 1,60  | 2,40  | 1,90                       |                          |
| 11.2 R24 114A8/111B TL   |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                          |
| 30                       | 710                                       | 820   | 910   | 995   | 1 085 | 1 170 | 1 260 |       | 1770                       | 92                       |
| 40                       |   | 770   | 850   | 935   | 1 015 | 1 100 | 1 180 |       |                            |                          |
| 12.4 R24 119A8/116B TL   |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                          |
| 30                       | 810                                       | 950   | 1 050 | 1 155 | 1 255 | 1 360 | 1 460 |       | 2 040                      | 115                      |
| 40                       |   | 880   | 975   | 1 070 | 1 170 | 1 265 | 1 360 |       |                            |                          |
| 13.6 R24 121A8/118B TL   |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                          |
| 30                       | 870                                       | 1 010 | 1 120 | 1 225 | 1 335 | 1 440 | 1 550 |       | 2 180                      | 151                      |
| 40                       |   | 940   | 1 040 | 1 145 | 1 245 | 1 350 | 1 450 |       |                            |                          |
| 14.9 R24 126A8/123B TL   |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                          |
| 30                       | 1 020                                     | 1 180 | 1 310 | 1 435 | 1 565 | 1 690 | 1 820 |       | 2 550                      | 187                      |
| 40                       |   | 1 110 | 1 230 | 1 345 | 1 465 | 1 580 | 1 700 |       |                            |                          |
| 16.9 R24 134A8/131B TL   |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                          |
| 30                       | 1 270                                     | 1 470 | 1 630 | 1 790 | 1 950 | 2 110 | 2 270 |       | 3 180                      | 243                      |
| 40                       |   | 1 380 | 1 530 | 1 675 | 1 825 | 1 970 | 2 120 |       |                            |                          |
| 12.4 R28 121A8/118B TL   |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                          |
| 30                       | 870                                       | 1 010 | 1 120 | 1 225 | 1 335 | 1 440 | 1 550 |       | 2 180                      | 134                      |
| 40                       |   | 940   | 1 040 | 1 145 | 1 245 | 1 350 | 1 450 |       |                            |                          |
| 13.6 R28 123A8/120B TL   |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                          |
| 30                       | 930                                       | 1 080 | 1 195 | 1 310 | 1 430 | 1 545 | 1 660 |       | 2 330                      | 172                      |
| 40                       |   | 1 010 | 1 120 | 1 225 | 1 335 | 1 440 | 1 550 |       |                            |                          |
| 14.9 R28 128A8/125B TL   |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                          |
| 30                       | 1 080                                     | 1 250 | 1 385 | 1 520 | 1 660 | 1 795 | 1 930 |       | 2 700                      | 210                      |
| 40                       |   | 1 170 | 1 295 | 1 420 | 1 550 | 1 675 | 1 800 |       |                            |                          |
| 16.9 R28 136A8/133B TL   |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                          |
| 30                       | 1 340                                     | 1 560 | 1 730 | 1 895 | 2 065 | 2 230 | 2 400 |       | 3 360                      | 271                      |
| 40                       |   | 1 460 | 1 615 | 1 770 | 1 930 | 2 085 | 2 240 |       |                            |                          |
| 16.9 R30 137A8/134B TL   |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                          |
| 30                       | 1 380                                     | 1 600 | 1 770 | 1 945 | 2 115 | 2 290 | 2 460 |       | 3 450                      | 285                      |
| 40                       |   | 1 500 | 1 660 | 1 820 | 1 980 | 2 140 | 2 300 |       |                            |                          |
| 18.4 R30 142A8/139B TL   |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                          |
| 30                       | 1 590                                     | 1 840 | 2 040 | 2 240 | 2 440 | 2 640 | 2 840 |       | 3 980                      | 352                      |
| 40                       |   | 1 720 | 1 905 | 2 090 | 2 280 | 2 465 | 2 650 |       |                            |                          |
| 380/85 R30 135A8/135B TL |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                          |
| 30                       | 1 155                                     | 1 250 | 1 450 | 1 675 | 1 900 | 2 100 | 2 300 |       | 3 250                      | 228                      |
| 40                       |   | 1 180 | 1 360 | 1 555 | 1 750 | 1 965 | 2 180 |       |                            |                          |
| 420/90 R30 147A8/147B TL |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                          |
| 30                       | 1 420                                     | 1 550 | 1 800 | 2 050 | 2 300 | 2 550 | 2 800 | 3 350 | 4 100                      | 300                      |
| 40                       |   | 1 450 | 1 700 | 1 940 | 2 175 | 2 410 | 2 650 | 3 075 |                            |                          |
| 18.4 R34 144A8/141B TL   |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                          |
| 30                       | 1 680                                     | 1 950 | 2 160 | 2 370 | 2 580 | 2 790 | 3 000 |       | 4 200                      | 395                      |
| 40                       |   | 1 820 | 2 015 | 2 210 | 2 410 | 2 605 | 2 800 |       |                            |                          |
| 320/85 R34 133A8/130B TL |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                          |
| 30                       | 940                                       | 1 030 | 1 215 | 1 380 | 1 550 | 1 725 | 1 900 | 2 180 | 2 710                      | 167                      |
| 40                       |   | 975   | 1 120 | 1 285 | 1 450 | 1 600 | 1 750 | 2 060 |                            |                          |
| 380/85 R34 137A8/137B TL |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                          |
| 30                       | 1 220                                     | 1 320 | 1 550 | 1 775 | 2 000 | 2 215 | 2 430 |       | 3 450                      | 230                      |
| 40                       |   | 1 250 | 1 450 | 1 650 | 1 850 | 2 075 | 2 300 |       |                            |                          |

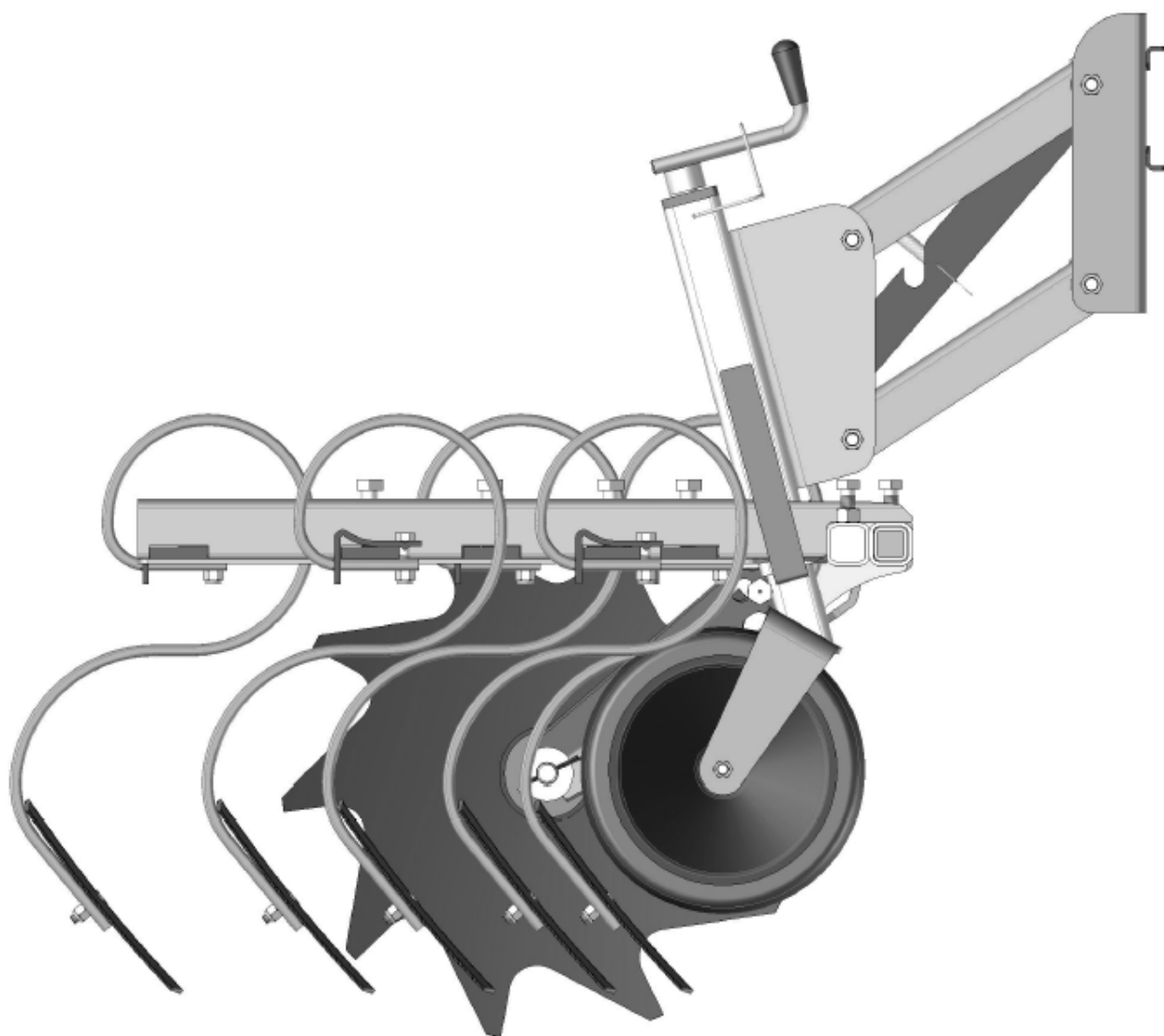
#### MICHELIN OMNIBIB

 De 70 à 180 cv pneus larges série 70

|                    | Pressions en bar - Charges par pneu en kg |       |       |       |       |       |       |       | 10 km/h<br>à faible couple | Vol.<br>75 %<br>litres |
|--------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------|------------------------|
| (1)                | 0,40(2)                                   | 0,60  | 0,80  | 0,90  | 1,00  | 1,20  | 1,40  | 1,60  | 2,00                       |                        |
| 320/70 R24 116D TL |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                        |
| 30                 | 670                                       | 800   | 925   | 990   | 1 055 | 1 185 | 1 310 | 1 440 | 1 880                      |                        |
| 40                 |   | 760   | 880   | 945   | 1 005 | 1 125 | 1 250 | 1 370 |                            |                        |
| 360/70 R24 122D TL |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                        |
| 30                 | 790                                       | 945   | 1 105 | 1 180 | 1 260 | 1 415 | 1 575 | 1 730 | 2 250                      |                        |
| 40                 |   | 900   | 1 050 | 1 120 | 1 195 | 1 345 | 1 490 | 1 640 |                            |                        |
| 380/70 R24 125D TL |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                        |
| 30                 | 860                                       | 1 035 | 1 205 | 1 295 | 1 380 | 1 555 | 1 725 | 1 900 | 2 480                      |                        |
| 40                 |   | 990   | 1 155 | 1 235 | 1 320 | 1 480 | 1 645 | 1 810 |                            |                        |
| 420/70 R24 130D TL |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                        |
| 30                 | 1 010                                     | 1 205 | 1 405 | 1 500 | 1 600 | 1 795 | 1 995 | 2 190 | 2 850                      |                        |
| 40                 |   | 1 130 | 1 320 | 1 415 | 1 510 | 1 700 | 1 890 | 2 080 |                            |                        |
| 480/70 R24 138D TL |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                        |
| 30                 | 1 220                                     | 1 470 | 1 715 | 1 840 | 1 965 | 2 215 | 2 460 | 2 710 | 3 540                      |                        |
| 40                 |   | 1 410 | 1 645 | 1 760 | 1 880 | 2 110 | 2 345 | 2 580 |                            |                        |
| 360/70 R28 125D TL |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                        |
| 30                 | 840                                       | 1 015 | 1 195 | 1 280 | 1 370 | 1 545 | 1 725 | 1 900 | 2 480                      |                        |
| 40                 |   | 960   | 1 130 | 1 215 | 1 300 | 1 470 | 1 640 | 1 810 |                            |                        |
| 380/70 R28 127D TL |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                        |
| 30                 | 920                                       | 1 100 | 1 285 | 1 375 | 1 465 | 1 645 | 1 830 | 2 010 | 2 630                      |                        |
| 40                 |   | 1 040 | 1 215 | 1 305 | 1 390 | 1 570 | 1 745 | 1 920 |                            |                        |
| 420/70 R28 133D TL |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                        |
| 30                 | 1 060                                     | 1 280 | 1 495 | 1 605 | 1 715 | 1 935 | 2 150 | 2 370 | 3 090                      |                        |
| 40                 |   | 1 230 | 1 435 | 1 540 | 1 640 | 1 850 | 2 055 | 2 260 |                            |                        |
| 480/70 R28 140D TL |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                        |
| 30                 | 1 320                                     | 1 580 | 1 840 | 1 970 | 2 100 | 2 360 | 2 620 | 2 880 | 3 750                      |                        |
| 40                 |   | 1 490 | 1 740 | 1 865 | 1 990 | 2 240 | 2 490 | 2 740 |                            |                        |
| 480/70 R30 141D TL |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                        |
| 30                 | 1 360                                     | 1 625 | 1 895 | 2 025 | 2 160 | 2 425 | 2 695 | 2 960 | 3 860                      |                        |
| 40                 |   | 1 530 | 1 790 | 1 915 | 2 045 | 2 305 | 2 560 | 2 820 |                            |                        |
| 480/70 R34 143D TL |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                        |
| 30                 | 1 440                                     | 1 720 | 2 005 | 2 145 | 2 285 | 2 565 | 2 850 | 3 130 | 4 090                      |                        |
| 40                 |   | 1 640 | 1 910 | 2 040 | 2 175 | 2 445 | 2 710 | 2 980 |                            |                        |
| 520/70 R34 148D TL |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                        |
| 30                 | 1 610                                     | 1 945 | 2 280 | 2 450 | 2 615 | 2 950 | 3 285 | 3 620 | 4 730                      |                        |
| 40                 |   | 1 860 | 2 180 | 2 335 | 2 495 | 2 815 | 3 130 | 3 450 |                            |                        |
| 480/70 R38 145D TL |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                        |
| 30                 | 1 520                                     | 1 825 | 2 125 | 2 280 | 2 430 | 2 735 | 3 035 | 3 340 | 4 350                      |                        |
| 40                 |   | 1 750 | 2 035 | 2 180 | 2 320 | 2 610 | 2 895 | 3 180 |                            |                        |
| 520/70 R38 150D TL |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                        |
| 30                 | 1 730                                     | 2 085 | 2 435 | 2 615 | 2 790 | 3 145 | 3 495 | 3 850 | 5 030                      |                        |
| 40                 |   | 1 970 | 2 310 | 2 480 | 2 650 | 2 990 | 3 330 | 3 670 |                            |                        |
| 580/70 R38 155D TL |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                        |
| 30                 | 2 010                                     | 2 420 | 2 825 | 3 030 | 3 235 | 3 645 | 4 050 | 4 460 | 5 810                      |                        |
| 40                 |   | 2 320 | 2 705 | 2 895 | 3 090 | 3 470 | 3 855 | 4 240 |                            |                        |
| 620/70 R42 160D TL |   |       |       |       |       |       |       |       |                            |                        |
| 30                 | 2 370                                     | 2 840 | 3 305 | 3 540 | 3 775 | 4 245 | 4 710 | 5 180 | 6 750                      |                        |
| 40                 |   | 2 660 | 3 115 | 3 340 | 3 570 | 4 020 | 4 475 | 4 930 |                            |                        |

## DOCUMENT 5

### Représentation d'un élément d'une bineuse inter-rangs



## DOCUMENT 6

| Nom   |                       | I.FILETAGE METRIQUE ISO A FILET TRIANGULAIRE |                           |                                  |                                 |                         | PJ |
|---|-----------------------|--|---------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------|----|
| Filetage métrique ISO, filet triangulaire à pas gros  |                       |  |                           | Tableau 1                        |                                 |                         |    |
| nominal<br>d = D<br>(mm)  | Pas<br>gros<br>P (mm) | Ø sur<br>flancs<br>d2 = D2                   | Ø noyau<br>vis<br>d3 (mm) | Section résistante Seq*<br>(mm²) | Ø intérieur<br>écrou<br>D1 (mm) | Pas fins<br>recommandés |    |
| 1   | 0,25                  | 0,838  | 0,693                     | 0,460                            | 0,729                           |                         |    |
| (1.1)   | 0,25                  | 0,938  | 0,793                     | 0,588                            | 0,829                           |                         |    |
| 1.2   | 0,25                  | 1,038  | 0,893                     | 0,732                            | 0,929                           |                         |    |
| (1.4)   | 0,30                  | 1,205  | 1,032                     | 0,983                            | 1,075                           | 0,2                     |    |
| 1.6   | 0,35                  | 1,373  | 1,171                     | 1,27                             | 1,221                           | 0,2                     |    |
| (1.8)   | 0,35                  | 1,573  | 1,371                     | 1,70                             | 1,421                           | 0,2                     |    |
| 2   | 0,4                   | 1,740  | 1,509                     | 2,07                             | 1,567                           | 0,25                    |    |
| (2.2)   | 0,45                  | 1,908  | 1,648                     | 2,48                             | 1,713                           | 0,35                    |    |
| 2.5   | 0,45                  | 2,208  | 1,948                     | 3,39                             | 2,013                           | 0,35                    |    |
| 3   | 0,5                   | 2,675  | 2,387                     | 5,03                             | 2,459                           | 0,35                    |    |
| (3.5)   | 0,6                   | 3,110  | 2,764                     | 6,78                             | 2,850                           | 0,35                    |    |
| 4   | 0,7                   | 3,545  | 3,141                     | 8,78                             | 3,242                           | 0,5                     |    |
| (4.5)   | 0,75                  | 4,013  | 3,580                     | 11,3                             | 3,688                           | 0,5                     |    |
| 5   | 0,8                   | 4,480  | 4,019                     | 14,2                             | 4,134                           | 0,5                     |    |
| 6   | 1                     | 5,350  | 4,773                     | 20,1                             | 4,918                           | 0,75                    |    |
| (7)   | 1                     | 6,350  | 5,773                     | 28,9                             | 5,918                           | 0,75                    |    |
| 8   | 1,25                  | 7,188  | 6,466                     | 36,6                             | 6,647                           | 1-(0,75)                |    |
| 10  | 1,5                   | 9,026  | 8,160                     | 58,0                             | 8,376                           | 1,25-(1-0,75)           |    |
| 12  | 1,75                  | 10,863                                       | 9,853                     | 84,3                             | 10,106                          | 1,5-(1,25-1)            |    |
| (14)  | 2                     | 12,701                                       | 11,546                    | 115                              | 11,835                          | 1,5-(1,25-1)            |    |
| 16  | 2                     | 14,701                                       | 13,546                    | 157                              | 13,835                          | 1,5-(1)                 |    |
| (18)  | 2,5                   | 16,376                                       | 14,933                    | 192                              | 15,294                          | 2-(1,5-1)               |    |
| 20  | 2,5                   | 18,376                                       | 16,933                    | 245                              | 17,294                          | 2-(1,5-1)               |    |
| (22)  | 2,5                   | 20,376                                       | 18,933                    | 303                              | 19,294                          | 2-(1,5-1)               |    |
| 24  | 3                     | 22,051                                       | 20,319                    | 353                              | 20,752                          | 2-(1,5-1)               |    |
| (27)  | 3                     | 25,051                                       | 23,319                    | 459                              | 23,752                          | 2-(1,5-1)               |    |
| 30  | 3,5                   | 27,727                                       | 25,706                    | 561                              | 26,211                          | 2-(1,5-1)               |    |
| (33)  | 3,5                   | 30,727                                       | 28,706                    | 694                              | 29,211                          | 2-(1,5)                 |    |
| 36  | 4                     | 33,402                                       | 31,093                    | 817                              | 31,670                          | 3-(2-1,5)               |    |
| (39)  | 4                     | 36,402                                       | 34,093                    | 976                              | 34,670                          | 3-(2-1,5)               |    |
| 42  | 4,5                   | 39,077                                       | 36,479                    | 1121                             | 37,129                          | 4-(3-2-1,5)             |    |
| (45)  | 4,5                   | 42,077                                       | 39,479                    | 1306                             | 40,129                          | 4-(3-2-1,5)             |    |
| 48  | 5                     | 44,752                                       | 41,866                    | 1473                             | 42,587                          | 4-(3-2-1,5)             |    |
| (52)  | 5                     | 48,752                                       | 45,866                    | 1758                             | 46,587                          | 4-(3-2-1,5)             |    |
| 56  | 5,5                   | 52,428                                       | 49,252                    | 2030                             | 50,046                          | 4-(3-2-1,5)             |    |
| (60)  | 5,5                   | 56,428                                       | 53,252                    | 2362                             | 54,046                          | 4-(3-2-1,5)             |    |
| 64  | 6                     | 60,103                                       | 56,639                    | 2676                             | 57,505                          | 4-(3-2-1,5)             |    |
| Les valeurs entre parenthèses sont à éviter* Seq= $\frac{\pi}{4}\left(\frac{d_2+d_3}{2}\right)^2$ |                       |  |                           |                                  |                                 |                         |    |

**NOM :**

(EN MAJUSCULES)

**Prénoms :**

**Date de naissance :**

19

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

**EXAMEN :**

Spécialité ou Option :

**EPREUVE :**

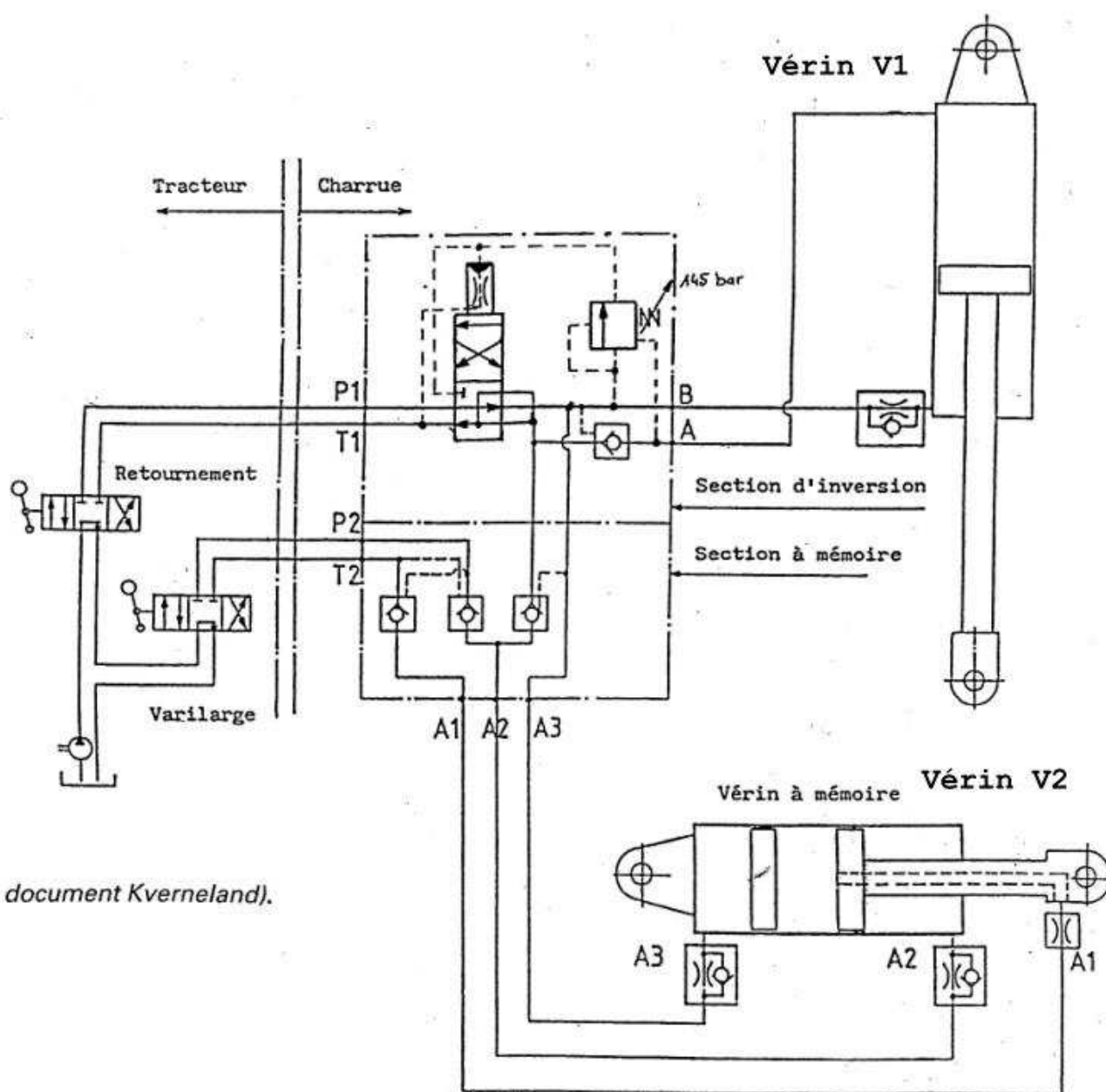
Centre d'épreuve :

Date :

N° ne rien inscrire

**ANNEXE A** (à compléter et à rendre avec la copie)

N° ne rien inscrire



(d'après document Kverneland).

**NOM :**

(EN MAJUSCULES)

**Prénoms :**

**Date de naissance :**

19

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

**EXAMEN :**

Spécialité ou Option :

**EPREUVE :**

Centre d'épreuve :

Date :

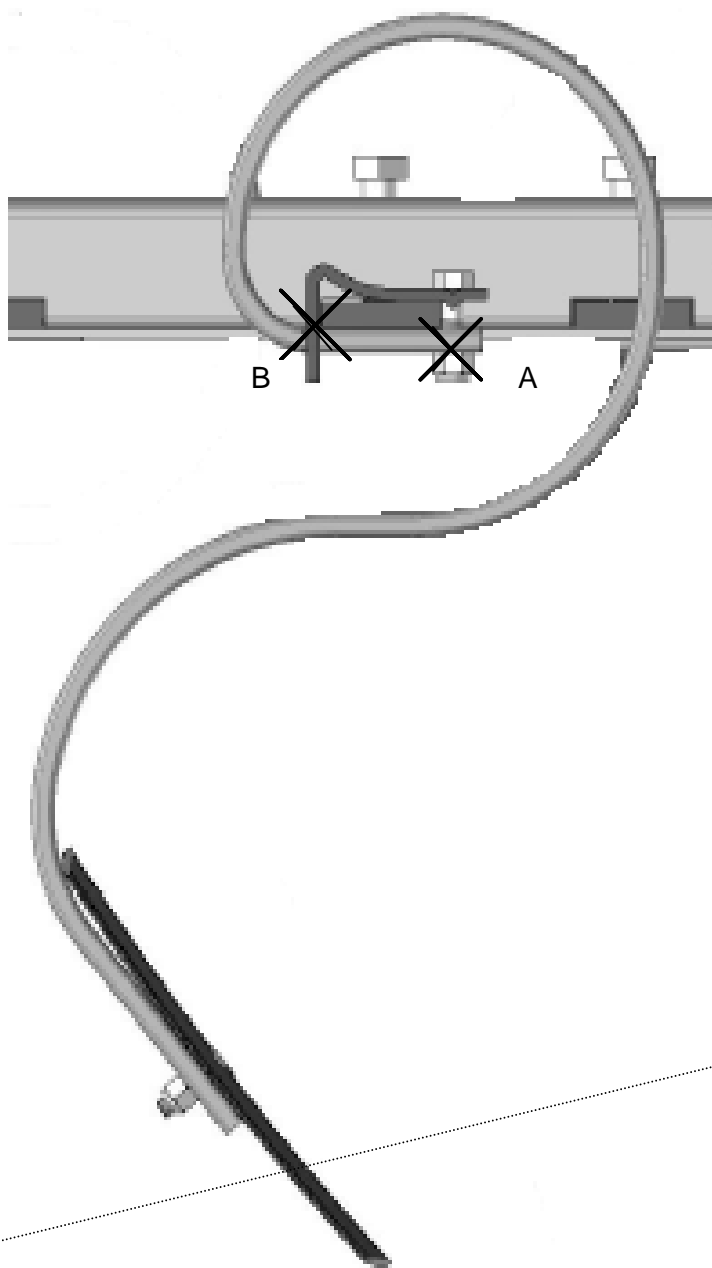
N° ne rien inscrire

**ANNEXE B** (à compléter et à rendre avec la copie)

N° ne rien inscrire

Echelle :

1 cm = 100 daN

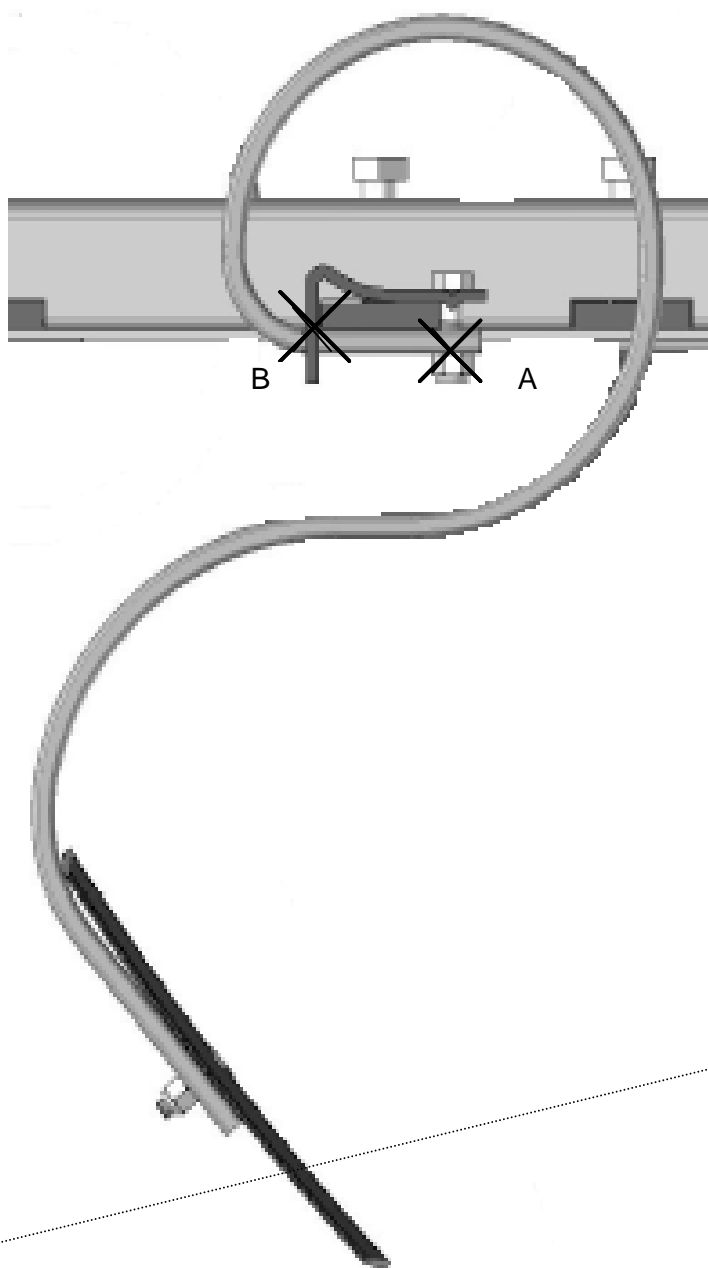


Direction de F

# BROUILLON

Echelle :

1 cm = 100 daN



Direction de F

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.