

Conception d'un aspérimètre pour mesures aux champs

Pascal Thiébeau¹, Francis Millon¹, Nicolas Beaudoin²

Résumé : *L'aspérimètre est un outil de caractérisation de la micro-topographie surface des sols à l'échelle centimétrique. Il permet d'en avoir une représentation objective et d'en réaliser une image précise en une dimension. Utilisé en système d'agriculture de conservation, il permet de décrire les griffes d'érosion, la nature des ornières et plus récemment, d'estimer l'épaisseur de l'ensemble des résidus de culture présents à la surface du sol, le mulch. Cet article présente les schémas de fabrication d'un modèle, ainsi que deux exemples d'utilisation (photos et résultats de mesures).*

Mots clés : Aspérimètre, rugosité, mulch, état de surface des sols, mesures *in situ*, pratiques agricoles.

Introduction

Les états de surface des sols rencontrés sur les exploitations sont multiples. Leur caractérisation est nécessaire, en hydrologie, pour quantifier la rétention d'eau en surface puis son transfert via des chenaux ou griffes d'érosion (Ludwig, 1992) et, en agronomie, où la profondeur des ornières est corrélée avec l'intensité des tassements (Beaudoin et Thiébeau, 2007) (**figure 1**), ou plus récemment, en agriculture de conservation, pour caractériser l'épaisseur du mulch (litière composée de résidus de culture ou de matière apportée pour couvrir le sol) (**figure 2**). Caractériser les états de surface *in situ* est problématique, en particulier à cause de leur variabilité, à différentes échelles. Leur description nécessite de combiner des approches morphologique et analytique. L'approche morphologique peut consister en une typologie de la structure de la surface (terre fine, mottes, croûte de battance) ou de la nature de la litière ou encore, une analyse d'images photographiques des réseaux de fissures ou la surface de croûte de battance (Gallardo-Carrera, 2006). L'approche analytique consiste à quantifier la variabilité de l'altitude à l'échelle centimétrique, appelée rugosité. Elle peut être décrite, en deux dimensions, au laboratoire à l'aide d'un rugosimètre au laser (Kampost, 2000). Cependant, cette approche non opérationnelle au champ, est celle qui nous intéresse.

Plusieurs auteurs ont proposé l'utilisation d'un aspérimètre au champ (Kuipers, 1957 cité par Casta *et al.*, 1989 ; Currence et Lovely, 1970 cités par Riffard *et al.*, 2002; Raheliasoa, 1986 cité par Lelong *et al.*, 1993 ; Richard *et al.*, 2004). La difficulté rencontrée est alors celle de la fabrication d'un tel appareil car aucun auteur ne présente de plans ou de schémas de l'outil. Tout juste trouve-t-on la longueur sur laquelle les mesures ont été faites, l'intervalle entre les tiges (ou aiguilles) qui le compose, et parfois, la hauteur de ces tiges. Bref, la description de l'outil est sommaire et ne donne aucune information quant à ses caractéristiques techniques : nombre de tiges, matière qui les composent, pression au sol... L'objectif de cet article est donc de proposer un modèle d'aspérimètre aux caractéristiques connues, utilisable dans plusieurs domaines de sciences : l'agronomie, la science des sols, la forêt, etc. Nous en illustrons

¹ UMR0614 FARE – INRA _ F-51686 Reims cedex 2 ☎ 03 26 77 35 89 ✉ pascal.thiebeau@reims.inra.fr

² US1158 Agro impact, Agrosystème et impacts environnementaux carbone-azote

l'application à l'aide de deux exemples, l'un traitant de l'étude d'ornières, l'autre de la mesure d'épaisseur de mulch.

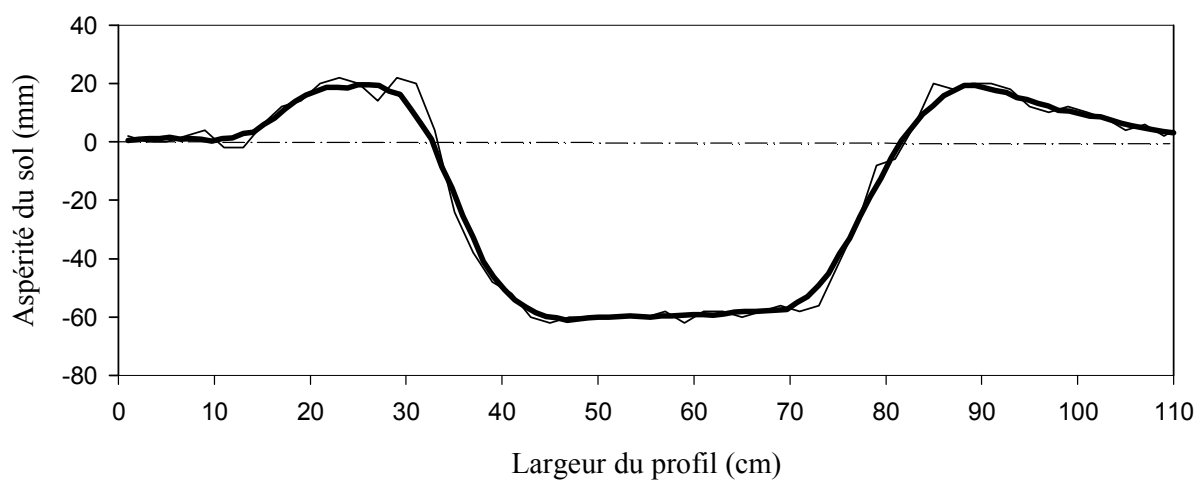


Figure 1 : utilisation de l'aspérimètre pour caractériser la surface d'un sol lors de l'étude d'impact des engins de récolte sur la production d'une culture de luzerne (Beaudoin et Thiébeau, 2007).

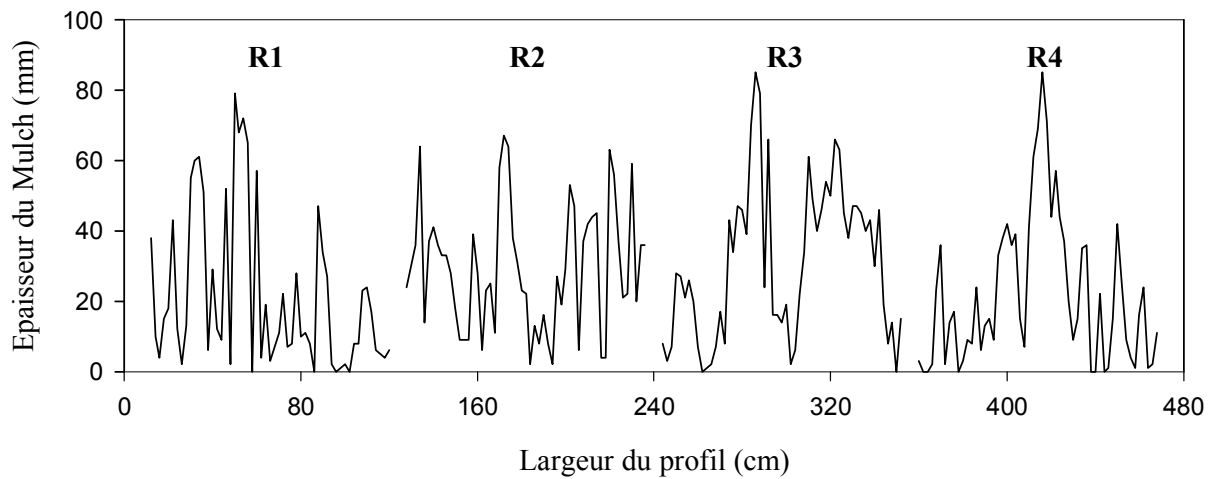


Figure 2 : Utilisation de l'aspérimètre pour caractériser la dispersion et l'épaisseur d'un mulch sur une largeur de moissonneuse (4,80 m) par répétitions côte à côte (R1 à R4)

Cas d'un champ de maïs-grains récolté à l'automne 2009 : épaisseur moyenne du mulch = 25,9 mm ($\pm 1,4$ mm).

1. Aspérimètre ou Rugosimètre ? Définition des termes rencontrés

L'analyse bibliographique montre que l'on peut communément trouver cet appareil sous le mot « rugosimètre » ou « aspérimètre ». Le *Petit Larousse* (1994) définit le mot « rugosité » par 1/ état d'une surface rugueuse ; 2/ aspérité, point dur et rêche au toucher, sur une surface, sur la peau. Le même ouvrage définit le mot « aspérité » par 1/ saillie, inégalité de surface (souvent au pluriel) ; 2/ état d'une surface inégale, raboteuse au toucher.

L'emploi que nous avons fait de cet outil lors de sa conception initiale étant de décrire des déformations du sol consécutive à des passages d'engins de récolte (Beaudoin et Thiébeau, 2007), c'est le terme « aspérité », pour sa composante « inégalités de surfaces » qui nous a semblé la plus approprié ; d'où sa dénomination d'aspérimètre pour la mesure des inégalités de surfaces des sols.

Par ailleurs, le mot « aiguille » est régulièrement associé à l'aspérimètre ou au rugosimètre ; tandis que nous utilisons le terme « tige », qui nous semble plus approprié. Il s'agit en fait de diamètres de baguettes qui diffèrent de 4 à 6 mm. Dans la bibliographie, la plupart des auteurs ont travaillé avec des baguettes de 4 mm espacées de 1 cm, tandis que nous utilisons des baguettes de diamètre 6 mm espacées de 2 cm.

2. Caractéristiques techniques de l'aspérimètre

Pour le concevoir, nous avons défini trois contraintes :

- qu'il soit transportable et manipulable par une personne seule ;
- qu'il soit d'utilisation simple et robuste ;
- que les mesures soient reproductibles, c'est-à-dire justes et fidèles (<http://fr.wikipedia.org/wiki/Qualite> métrologique des appareils de mesure).

Ces exigences demandent de concevoir un système original de mise en place de l'appareil et de mise en oeuvre des mesures tout en veillant à en limiter les dimensions et le poids, vis-à-vis de ce que l'on peut rencontrer dans la bibliographie.

| | |
|--|---|
| Largeur de travail : | 110 cm |
| Variation de la hauteur de travail : | 300 mm |
| Nombre de tiges : | 55 ou 110 |
| Espacement entre tiges : | 1 ou 2 cm |
| Diamètre d'une tige : | 4 mm pour espacements d'1 ou 2 cm 6 mm pour espacements de 2 cm uniquement |
| Longueur d'une tige : | 69 cm |
| Poids de l'outil sans tige (structure acier) : | 13,7 kg |
| Poids d'un train de tiges : | se référer au tableau 1 . |

Tableau 1 : Poids d'un train de tiges (kg) selon le nombre de tiges de mesure et la nature du matériau le composant. Pression exercée au sol pour chacun des matériaux

| Diamètre de la tige (mm) : | 4 | | 6 | Pression au sol (kg.cm ⁻²) |
|-------------------------------|----------|-----------|----------|---|
| Nombre de tiges : | 55 tiges | 110 tiges | 55 tiges | |
| Poids selon la matière (kg) : | | | | |
| Acier | 3,7 | 7,5 | 8,4 | 0,542 |
| Aluminium | 1,3 | 2,6 | 2,9 | 0,187 |
| Fibre de verre + Polyester | 0,9 | 1,7 | 1,9 | 0,125 |

Ses plans de fabrication sont présentés en **Annexe 2**

3. Principe et utilisation de l'aspérimètre

L'outil comprend un train de 55 tiges espacées de 2 cm, coulissant verticalement, que l'on positionne à l'endroit choisit pour la mesure de surface et/ou d'épaisseur. La hauteur de ses pieds est ajustable pour une utilisation en circonstances variées. Le maintien vertical est assuré à l'aide de bras latéraux munis eux-mêmes de pieds ajustables en hauteur. Le train de tiges qui le compose est maintenu en position haute à l'aide d'une règle coulissante munie de targettes, montées sur ressorts, à ses extrémités. Le déverrouillage de la règle libère le train de tiges, qui descendent verticalement s'appliquer à la surface du sol ou du mulch. Leur position millimétrique est relevée sur une fiche d'enregistrement, par lecture de graduation du papier millimétré placé sur la planche positionnée en arrière.

Pour une mesure sur mulch, le train de tige est descendu à deux reprises : une première fois pour noter les valeurs « hautes » des tiges ; puis une seconde (valeurs basses) après avoir relevé le train de tiges et enlevé délicatement le mulch à la surface du sol, sans déplacer l'outil. Par différence entre chaque valeur, nous obtenons une estimation de l'épaisseur du mulch.

Utilisé actuellement pour le projet Pépites (programme ANR Systerra 2009/2013), nous réalisons ces mesures de mulch en champs d'exploitants soit aléatoirement, si les largeurs de moissonneuse sont grandes (> à 6 m), soit en relevant ces valeurs sur l'intégralité d'une largeur de récolte (**figure 2**).

4. Qualité métrologique de l'appareil de mesure

Un test de la fidélité et de la justesse de l'appareil a été conduit selon le protocole suivant :

Test de l'effet Opérateur

L'appareil a été positionné sur une surface bétonnée, en dévers par réglage de ses pieds, afin de faire varier significativement les graduations de lecture de la tige 1 à 55. Ni l'aspérimètre, ni le train de tige n'ont été bougés au court de ce test. Quatre opérateurs (O1 à O4) se sont succédé pour lire les positions des 55 tiges de l'appareil. L'ordre de lecture des trois séries répétition de chacun d'eux a été alterné de façon aléatoire et ainsi : O1, O2, O3, O1, O2, O1, O2, O4, O3, O4, O3, O4. Les valeurs ont été notées sur une fiche de travail qui nous sert au champ, avant d'être saisies et analysées par traitement informatique, ce qui correspond aux conditions d'emploi de cet appareil.

Test de l'effet Déplacement

Avec le même réglage de l'appareil que ci-dessus, nous avons dessiné sur le sol, à l'aide d'un marqueur, le contour de chacun des 4 pieds. Nous avons remonté les tiges en position de transport, puis nous avons soulevé puis repositionné l'appareil, avant de libérer le train de tiges. Nous avons réalisé cette manipulation à 3 reprises, avant de lire chacune des séries répétitions. Les lectures ont été réalisées par le même opérateur. La procédure d'enregistrement et d'analyse des données est la même que précédemment.

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel Statistica (v.6) (**Annexe 1**). Les valeurs moyennes et écart type par tige sont présentés par le tableau 2. Le **tableau 3** présente les résultats de l'analyse de variance par tige, ainsi que celui des effets « observateur » et « déplacement ». On notera l'excellente corrélation qui existe entre chacune des répétitions, ainsi que celui des déplacements (**tableau 4**).

Tableau 2 : Valeurs moyennes des hauteurs (mm) par tige, de la moyenne et des écarts types entre tige et par tige pour chaque observateur et/ou procédure

| | | | | | |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Observateur n° | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| Procédure | Fixe | Fixe | Fixe | Fixe | Déplacé |
| Nombre de tiges | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 |
| Effectif par tige | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Moyenne par tige | 49.12 | 49.15 | 49.08 | 49.17 | 49.12 |
| Ecart type inter tige | 23.70 | 23.74 | 23.73 | 23.71 | 23.72 |
| Ecart type P par tige | 0.06 | 0.11 | 0.06 | 0.03 | 0.08 |

Tableau 3 : Analyse de variance des effets observateurs et des répétitions (analyses par facteurs principaux)

| | |
|--|-------------|
| Effet tige hautement significatif | P<0.0000001 |
| Effet significatif entre 2 observateurs (n°3 et 4) | P<0.02 |
| Effet significatif du déplacement | P<0.03 |
| Effet répétition non significatif | P<0.05 |

Tableau 4 : Coefficients de corrélation des moyennes.

| | | | | | |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| Observateur/Procédure | 1 Fixe | 2 Fixe | 3 Fixe | 4 Fixe | 4 Déplacé |
| 1 Fixe | 1.00000 | 0.99996 | 0.99996 | 0.99993 | 0.99998 |
| 2 Fixe | | 1.00000 | 0.99995 | 0.99992 | 0.99994 |
| 3 Fixe | | | 1.00000 | 0.99992 | 0.99995 |
| 4 Fixe | | | | 1.00000 | 0.99997 |
| 4 Déplacé | | | | | 1.00000 |

L'analyse des valeurs moyennes de la fidélité des hauteurs de tige montre que l'effet observateur significatif est très faible (écart moyen de 0.09 mm entre les observateurs n°3 et 4). Il ne conduit pas à des aléas importants car les données sont très corrélées. La fidélité est donc bonne : +0,17 mm mais variable entre tiges (écart type de 0,24 mm). La fidélité après déplacement apparaît très bonne + 0,08 mm.

Tableau 5 : Valeurs moyennes de la fidélité des hauteurs de tige (\pm).

| | Effet observateur | Effet déplacement |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| Effectif par tige | 12 | 3 |
| Moyenne par tige (mm) | 0.17 | 0.08 |
| Ecart type inter-tiges (mm) | 0.24 | 0.18 |

Qualité de l'appareil :

| | | |
|--------------------|--|------------------------------------|
| Sensibilité (mm) : | 1.0 | car translation de la tige ; |
| Résolution (mm) : | 1.0 | plus petit écart visible à l'œil ; |
| Justesse : | Valeur vraie non mesurée ; hypothèse que la mesure est intrinsèquement juste car l'image mesurée provient d'une translation. | |

5. Pression au sol des tiges de mesure

Il s'agit ici d'une adaptation aux mesures à réaliser. L'appareil avait été conçu initialement pour un travail d'étude sur chantiers de récoltes de luzernières : compte tenu de l'ancienneté du travail du sol, la pression au sol d'une tige n'était pas considérée comme un facteur incident des mesures à réaliser. Il avait alors été réalisé avec des tiges en acier présentant une pression au sol de $0,542 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$. En ayant l'objectif de travailler sur des mulchs de cultures après la moisson, cette pression nous est apparue comme un facteur pouvant modifier la mesure, notamment sur la section d'une tige de paille ou en application sur une feuille morte. Nous avons donc cherché à la réduire. En se reportant sur un autre alliage, comme l'aluminium, nous réduisons significativement cette pression à $0,187 \text{ kg}/\text{cm}^2$. Mais en retenant un autre matériau (mélange de fibre de verre et de polyester), nous améliorons ce résultat, avec une pression de $0,125 \text{ kg}/\text{cm}^2$.

6. Avantages procurés par ce matériel

- la conception de cet outil a été étudiée pour une utilisation au champ ;
- son fonctionnement de type « mécanique » en fait un outil fiable (pas d'électronique, de pile, etc.) ;
- il peut être transporté et mis en œuvre par une personne seule ;
- sa prise en main pour son utilisation est rapide ;
- il assure une précision de mesure millimétrique ;
- il offre la possibilité de réduire ou d'augmenter l'espacement des tiges du train le composant : nous proposons 1 ou 2 cm ; mais même avec l'option de 2 cm, on peut retenir l'option d'enlever une tige sur 2 par exemple (soit une mesure tous les 4 cm par exemple) (Kuipers (1957) a travaillé avec des espacements de 10 cm) ;
- il offre la possibilité de modifier la nature du train de tiges, afin de moduler la pression appliquée au sol. D'autres matériaux que ceux proposés au tableau 1 peuvent être retenus.

7. Inconvénients recensés

- lors de son emploi, nous avons parfois été confronté à son encombrement, pour le placer dans un véhicule ;
- son poids peut être réduit si on le fabrique en aluminium, mais augmente le coût de fabrication.

Conclusion

La présentation de ce modèle d'aspérimètre, aux conditions d'usages variés, doit permettre aux équipes souhaitant le mettre en œuvre de gagner du temps de conception pour sa fabrication.

Bibliographie

- Beaudoin N., Thiébeau P. (2007) Effet des passages de roues des engins de récolte sur la production de cultures de luzerne. *Fourrages*, 190 : 237-250.
- Casta P., Chopart J.L., Janeau J.L., Valentin C. (1989) Mesure du ruissellement sur un sol gravillonnaire de Côte-d'Ivoire après six ans de culture continue avec ou sans labour. *L'Agronomie Tropicale*, 44 (4) : 255-262
- Currence H.D., Lovely W.G. (1970) The analysis of soil surface roughness. *Transactions of ASAE*, 13 (6) : 710-714
- Gallardo-Carrera (2006) Analyse et modélisation de la levée sous croûte: Contribution à l'amélioration de modèle SIMPLE. *Thèse Doctorat INA-PG*. p. 86
- Kamphorst E. (2000) Mesures et méthodes d'estimation de la capacité de stockage d'eau dans le micro-relief créé par les opérations de travail du sol. *Thèse Doctorat INA-PG*. p.150
- Kuipers H. (1957) A reliefmeter for soil cultivation studies. *Neth. J. Agric. Sci.*, 5 (4): 255-262
- Lelong F., Roose E., Darhout R., Trevisan D. (1993) Susceptibilité au ruissellement et à l'érosion en nappe de divers types texturaux de sols cultivés ou non cultivés du territoire français. Expérimentation au champ sous pluies simulées. *Science du Sol*, 31 (4) : 251-279.
- Ludwig B. (1992) L'érosion par ruissellement concentré des terres cultivées du nord du Bassin Parisien : analyse de la variabilité des symptômes d'érosion à l'échelle du bassin versant élémentaire. *Thèse de Doctorat Université Louis Pasteur Strasbourg*, p.190
- Richard G., Sillon J.F., Cousin I., Bruand A. (2004) Travail du sol, structure et fonctionnement hydrique du sol en régime d'évaporation. *Etude et Gestion des Sols*, 11 (1) : 59-68.
- Riffard M., Augeard B., Kao C., Andreassian V., Ansart P., Chaumont C. (2002) Synthèse des recherches effectuées sur le bassin versant de l'Orgeval, affluent du Grand Morin, sur la thématique ruissellement/érosion - 1962-2002. Etude réalisée par le Cemagref, groupement d'Antony ; 42 p. + annexes.

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Qualite> consulté le :


Annexe 1 : Test de la qualité métrologique de l'appareil

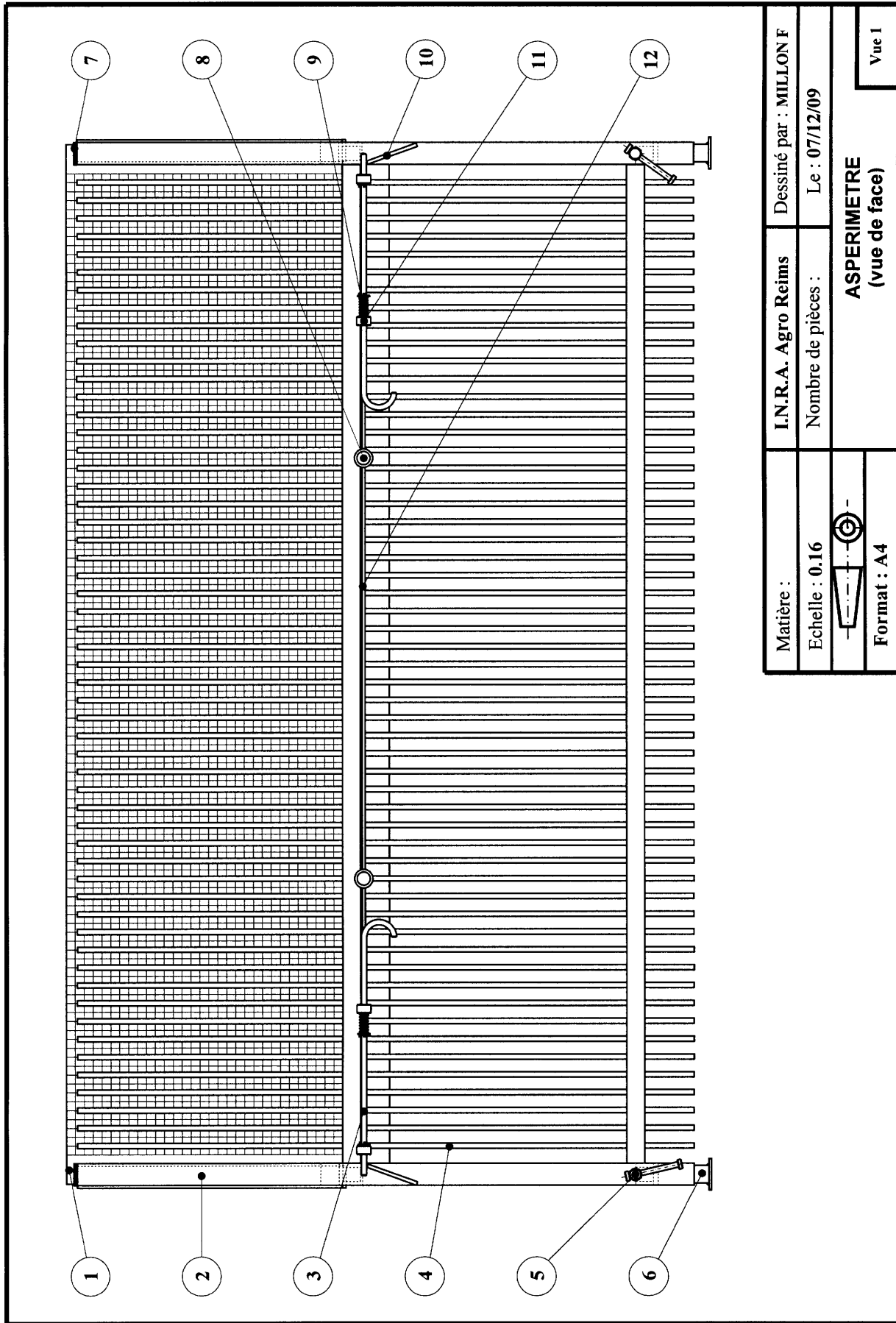
Tableau élémentaire des valeurs moyennes et écarts types par tige, par observateur et par procédure


| observateurs | fixe | | fixe | | fixe | | fixe | | déplacé | |
|--------------|------------------|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|
| | N°1F | écartypeP | N°2F | écartypeP | N°3F | écartypeP | N°4F | écartypeP | N°4D | écartypeP |
| tige | moyenne par tige | par tige | moyenne par tige | par tige | moyenne par tige | par tige | moyenne par tige | par tige | moyenne par tige | par tige |
| 1 | 89.00 | 0.00 | 89.00 | 0.00 | 89.00 | 0.00 | 89.00 | 0.00 | 89.00 | 0.00 |
| 2 | 87.33 | 0.47 | 88.00 | 0.00 | 87.67 | 0.47 | 87.00 | 0.00 | 87.00 | 0.00 |
| 3 | 86.00 | 0.00 | 86.33 | 0.47 | 86.00 | 0.00 | 86.00 | 0.00 | 86.00 | 0.00 |
| 4 | 84.00 | 0.00 | 84.33 | 0.47 | 84.33 | 0.47 | 85.00 | 0.00 | 84.67 | 0.47 |
| 5 | 83.00 | 0.00 | 83.00 | 0.00 | 83.00 | 0.00 | 83.00 | 0.00 | 83.00 | 0.00 |
| 6 | 82.00 | 0.00 | 82.00 | 0.00 | 82.00 | 0.00 | 82.00 | 0.00 | 82.00 | 0.00 |
| 7 | 80.00 | 0.00 | 80.00 | 0.00 | 80.00 | 0.00 | 80.33 | 0.47 | 80.00 | 0.00 |
| 8 | 79.00 | 0.00 | 79.00 | 0.00 | 79.00 | 0.00 | 79.00 | 0.00 | 79.00 | 0.00 |
| 9 | 77.33 | 0.47 | 77.67 | 0.47 | 77.00 | 0.00 | 78.00 | 0.00 | 77.33 | 0.47 |
| 10 | 76.00 | 0.00 | 76.00 | 0.00 | 76.00 | 0.00 | 76.00 | 0.00 | 76.00 | 0.00 |
| 11 | 74.67 | 0.47 | 74.33 | 0.47 | 74.00 | 0.00 | 74.00 | 0.00 | 74.67 | 0.47 |
| 12 | 73.00 | 0.00 | 73.00 | 0.00 | 73.00 | 0.00 | 73.00 | 0.00 | 73.00 | 0.00 |
| 13 | 72.00 | 0.00 | 71.67 | 0.47 | 72.00 | 0.00 | 72.00 | 0.00 | 72.00 | 0.00 |
| 14 | 70.00 | 0.00 | 70.00 | 0.00 | 70.00 | 0.00 | 70.00 | 0.00 | 70.00 | 0.00 |
| 15 | 69.00 | 0.00 | 68.67 | 0.47 | 69.00 | 0.00 | 69.00 | 0.00 | 69.00 | 0.00 |
| 16 | 67.00 | 0.00 | 67.00 | 0.00 | 67.00 | 0.00 | 67.00 | 0.00 | 67.00 | 0.00 |
| 17 | 66.00 | 0.00 | 66.00 | 0.00 | 66.00 | 0.00 | 66.00 | 0.00 | 66.00 | 0.00 |
| 18 | 64.00 | 0.00 | 64.00 | 0.00 | 64.00 | 0.00 | 64.00 | 0.00 | 64.00 | 0.00 |
| 19 | 63.00 | 0.00 | 63.00 | 0.00 | 63.00 | 0.00 | 63.00 | 0.00 | 63.00 | 0.00 |
| 20 | 61.00 | 0.00 | 61.00 | 0.00 | 61.00 | 0.00 | 61.00 | 0.00 | 61.00 | 0.00 |
| 21 | 60.00 | 0.00 | 60.00 | 0.00 | 60.00 | 0.00 | 60.00 | 0.00 | 60.00 | 0.00 |
| 22 | 58.00 | 0.00 | 58.00 | 0.00 | 58.00 | 0.00 | 58.00 | 0.00 | 58.00 | 0.00 |
| 23 | 57.00 | 0.00 | 57.00 | 0.00 | 57.00 | 0.00 | 57.00 | 0.00 | 57.00 | 0.00 |
| 24 | 55.00 | 0.00 | 55.00 | 0.00 | 55.00 | 0.00 | 55.00 | 0.00 | 55.00 | 0.00 |
| 25 | 54.00 | 0.00 | 54.00 | 0.00 | 54.00 | 0.00 | 54.00 | 0.00 | 54.00 | 0.00 |
| 26 | 52.00 | 0.00 | 52.33 | 0.47 | 52.00 | 0.00 | 52.00 | 0.00 | 52.00 | 0.00 |
| 27 | 51.00 | 0.00 | 51.00 | 0.00 | 51.00 | 0.00 | 51.00 | 0.00 | 51.00 | 0.00 |
| 28 | 49.00 | 0.00 | 49.00 | 0.00 | 49.00 | 0.00 | 49.00 | 0.00 | 49.00 | 0.00 |
| 29 | 48.00 | 0.00 | 48.00 | 0.00 | 47.67 | 0.47 | 48.00 | 0.00 | 48.00 | 0.00 |
| 30 | 46.67 | 0.47 | 47.00 | 0.00 | 46.00 | 0.00 | 47.00 | 0.00 | 46.67 | 0.47 |
| 31 | 45.00 | 0.00 | 45.00 | 0.00 | 45.00 | 0.00 | 45.00 | 0.00 | 45.00 | 0.00 |
| 32 | 43.00 | 0.00 | 43.00 | 0.00 | 43.33 | 0.47 | 43.00 | 0.00 | 43.00 | 0.00 |
| 33 | 42.00 | 0.00 | 42.00 | 0.00 | 42.00 | 0.00 | 42.00 | 0.00 | 42.00 | 0.00 |
| 34 | 41.00 | 0.00 | 40.67 | 0.47 | 40.67 | 0.47 | 41.00 | 0.00 | 41.00 | 0.00 |
| 35 | 39.00 | 0.00 | 39.00 | 0.00 | 39.00 | 0.00 | 39.00 | 0.00 | 39.00 | 0.00 |
| 36 | 37.00 | 0.00 | 37.67 | 0.47 | 37.33 | 0.47 | 37.00 | 0.00 | 37.00 | 0.00 |
| 37 | 36.00 | 0.00 | 36.00 | 0.00 | 36.00 | 0.00 | 36.00 | 0.00 | 36.00 | 0.00 |
| 38 | 34.33 | 0.47 | 34.33 | 0.47 | 34.00 | 0.00 | 34.33 | 0.47 | 34.00 | 0.00 |
| 39 | 33.00 | 0.00 | 33.00 | 0.00 | 33.00 | 0.00 | 33.00 | 0.00 | 33.00 | 0.00 |
| 40 | 31.67 | 0.47 | 32.00 | 0.00 | 32.00 | 0.00 | 32.00 | 0.00 | 31.33 | 0.47 |
| 41 | 30.00 | 0.00 | 30.00 | 0.00 | 30.00 | 0.00 | 30.00 | 0.00 | 30.00 | 0.00 |
| 42 | 28.00 | 0.00 | 28.00 | 0.00 | 28.00 | 0.00 | 28.67 | 0.47 | 28.33 | 0.47 |
| 43 | 27.00 | 0.00 | 27.00 | 0.00 | 27.00 | 0.00 | 27.00 | 0.00 | 27.00 | 0.00 |
| 44 | 25.00 | 0.00 | 25.00 | 0.00 | 25.00 | 0.00 | 26.00 | 0.00 | 25.67 | 0.47 |
| 45 | 24.00 | 0.00 | 24.00 | 0.00 | 24.00 | 0.00 | 24.00 | 0.00 | 24.00 | 0.00 |
| 46 | 22.00 | 0.00 | 22.33 | 0.47 | 22.00 | 0.00 | 22.00 | 0.00 | 22.00 | 0.00 |
| 47 | 20.00 | 0.00 | 20.00 | 0.00 | 20.00 | 0.00 | 20.00 | 0.00 | 20.00 | 0.00 |
| 48 | 19.00 | 0.00 | 19.00 | 0.00 | 19.00 | 0.00 | 19.00 | 0.00 | 19.00 | 0.00 |
| 49 | 17.67 | 0.47 | 17.33 | 0.47 | 17.00 | 0.00 | 17.00 | 0.00 | 17.33 | 0.47 |
| 50 | 16.00 | 0.00 | 16.00 | 0.00 | 16.00 | 0.00 | 16.00 | 0.00 | 16.00 | 0.00 |
| 51 | 15.00 | 0.00 | 14.33 | 0.47 | 15.00 | 0.00 | 15.00 | 0.00 | 14.67 | 0.47 |
| 52 | 13.00 | 0.00 | 13.00 | 0.00 | 12.67 | 0.47 | 13.00 | 0.00 | 13.00 | 0.00 |
| 53 | 11.00 | 0.00 | 11.00 | 0.00 | 11.00 | 0.00 | 11.00 | 0.00 | 11.00 | 0.00 |
| 54 | 10.00 | 0.00 | 10.00 | 0.00 | 10.00 | 0.00 | 10.00 | 0.00 | 10.00 | 0.00 |
| 55 | 8.00 | 0.00 | 8.00 | 0.00 | 8.00 | 0.00 | 8.00 | 0.00 | 8.00 | 0.00 |

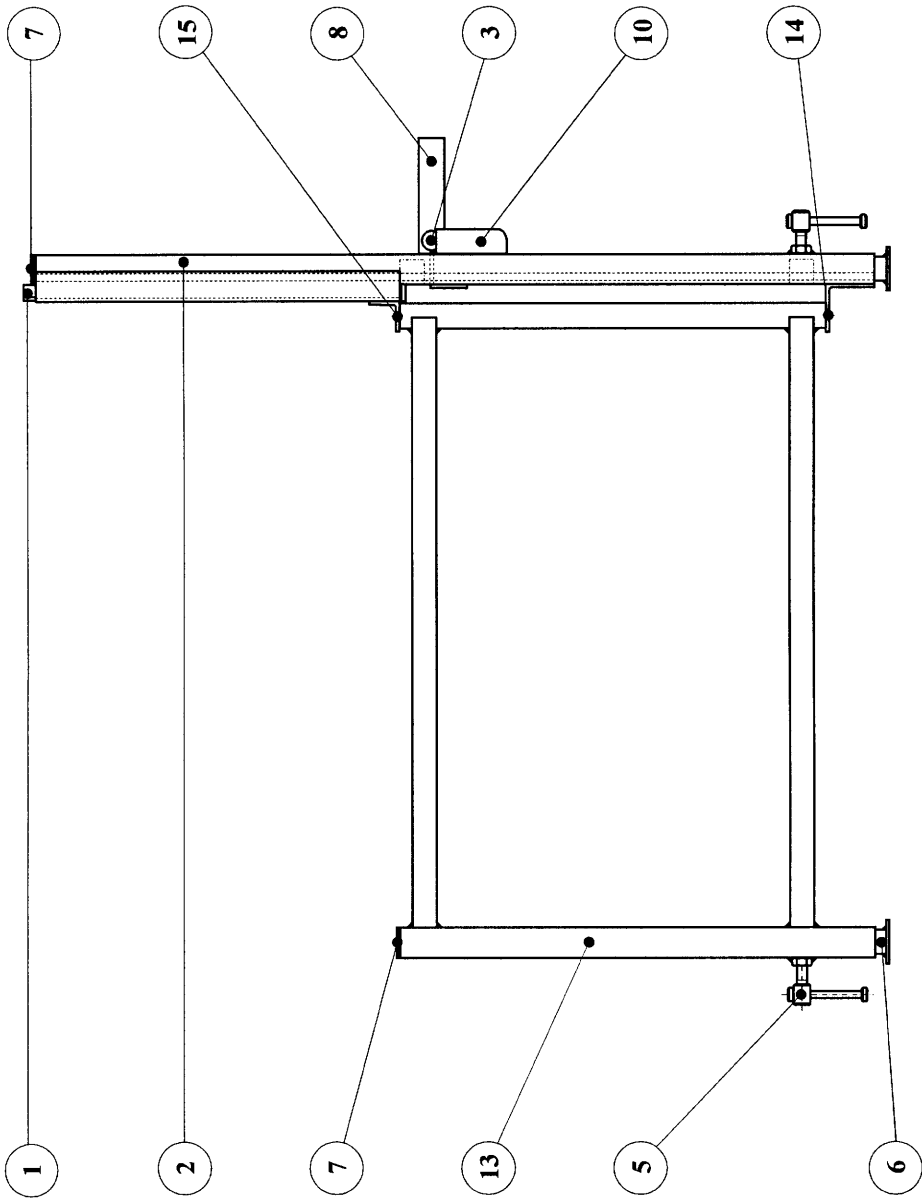
Annexe 2


12 Plans

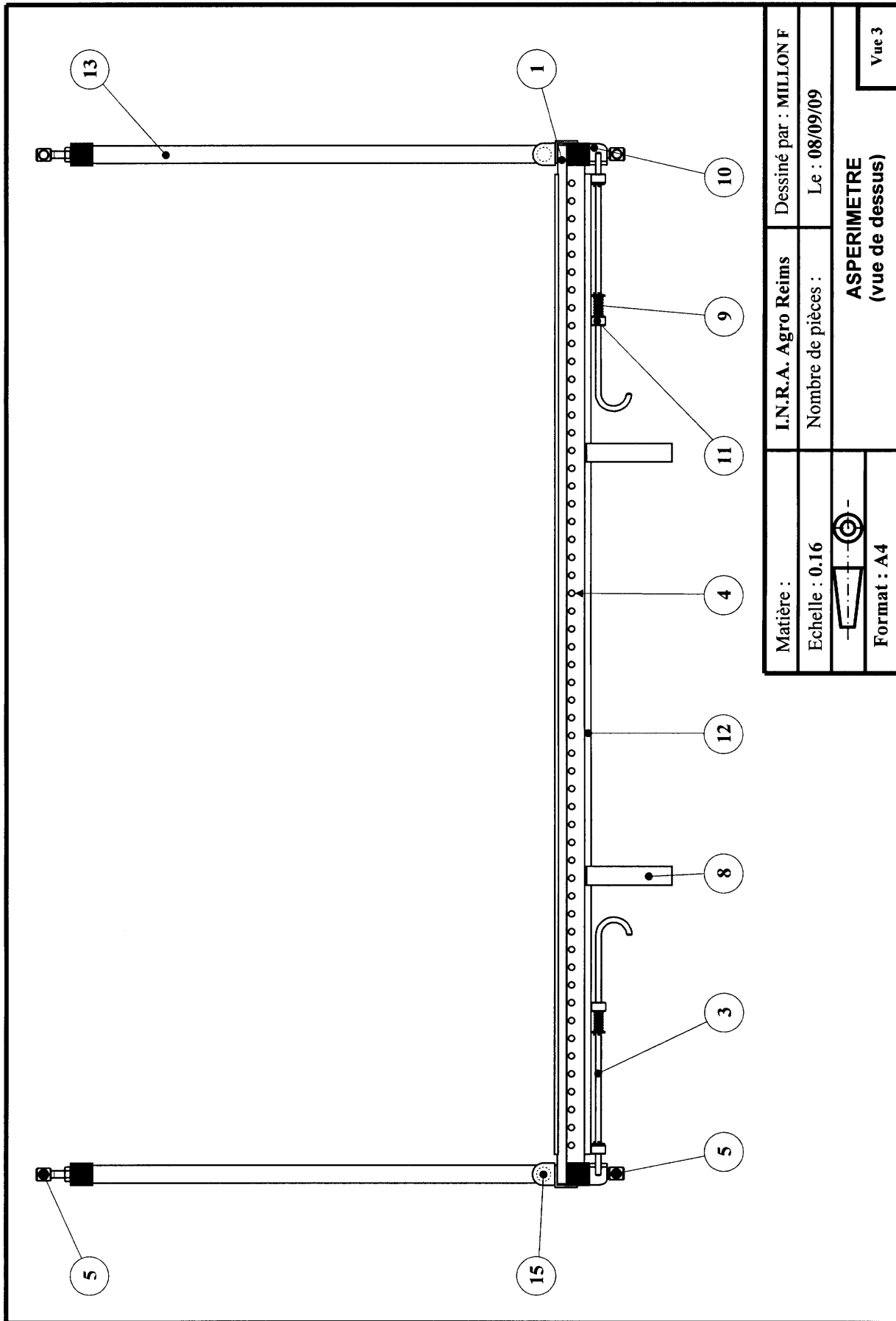
| | | | | | |
|----------------|-------------|---|---------------------------------------|-------------------------------|-------------|
| 4, 10 | 20 | Vis à bois TF Ø 2.5 x 12 | 26 | A35 | Galvanisé |
| 4, 6 | 19 | Ecr ou M8 | 4 | A35 | Galvanisé |
| 8, 10 | 18 | Goupille cylindrique fendue Ø 1.5 x 30 | 59 | A35 | Galvanisé |
| 9 | 17 | Rondelle Ø 10 x 36 x 2.5 | 4 | A35 | Galvanisé |
| 8 | 16 | Rondelle Ø 6 x 12 x 1.5 | 59 | A35 | Galvanisé |
| 2, 3, 4, 5 | 15 | Pivot supérieur | 2 | A35 | |
| 2, 4, 5 | 14 | Pivot inférieur | 2 | A35 | |
| 2, 3, 6 | 13 | Support pied, rabattable | 2 | A35 | Laqué rouge |
| 1, 3, 7 | 12 | Barre de relevage | 1 | A35 | Laqué blanc |
| 1, 3, 7, 8 | 11 | Guide gâche | 4 | A35 | |
| 1, 2, 3, 4, 5 | 10 | Arrêtoir | 2 | A35 | |
| 1, 3, 8 | 9 | Ressort de compression Ø 10, corde 1, L 22 | 2 | XC 80 | |
| 1, 2, 3, 7 | 8 | Poignée | 2 | A35 | |
| 1, 2 | 7 | Bouchon carré 25 x 25 | 4 | Plastique | Noir |
| 1, 2 | 6 | Pied réglable | 4 | A35 | Laqué rouge |
| 1, 2, 3 | 5 | Vis de blocage de pied réglable | 4 | A35 | Laqué rouge |
| 1, 3, 10 | 4 | Tige de touche | 55 | Inox ou résine | |
| 1, 2, 3, 8 | 3 | Gâche | 2 | Inox | |
| 1, 2, 4, 5 | 2 | Chassis | 1 | A35 | Laqué rouge |
| 1, 2, 3, 10 | 1 | Support papier millimétrique | 1 | bois | Laqué blanc |
| Vues N° | Rep. | Désignation | Nbre | Matière | Obs. |
| | | Matière : | I.N.R.A. Agro Reims | Dessiné par : MILLON F | |
| | | Echelle : | Nombre de pièces : | Le : 07/12/09 | |
| | |  | ASPERIMETRE (nomenclature) | | |
| | | Format : A4 | | | |




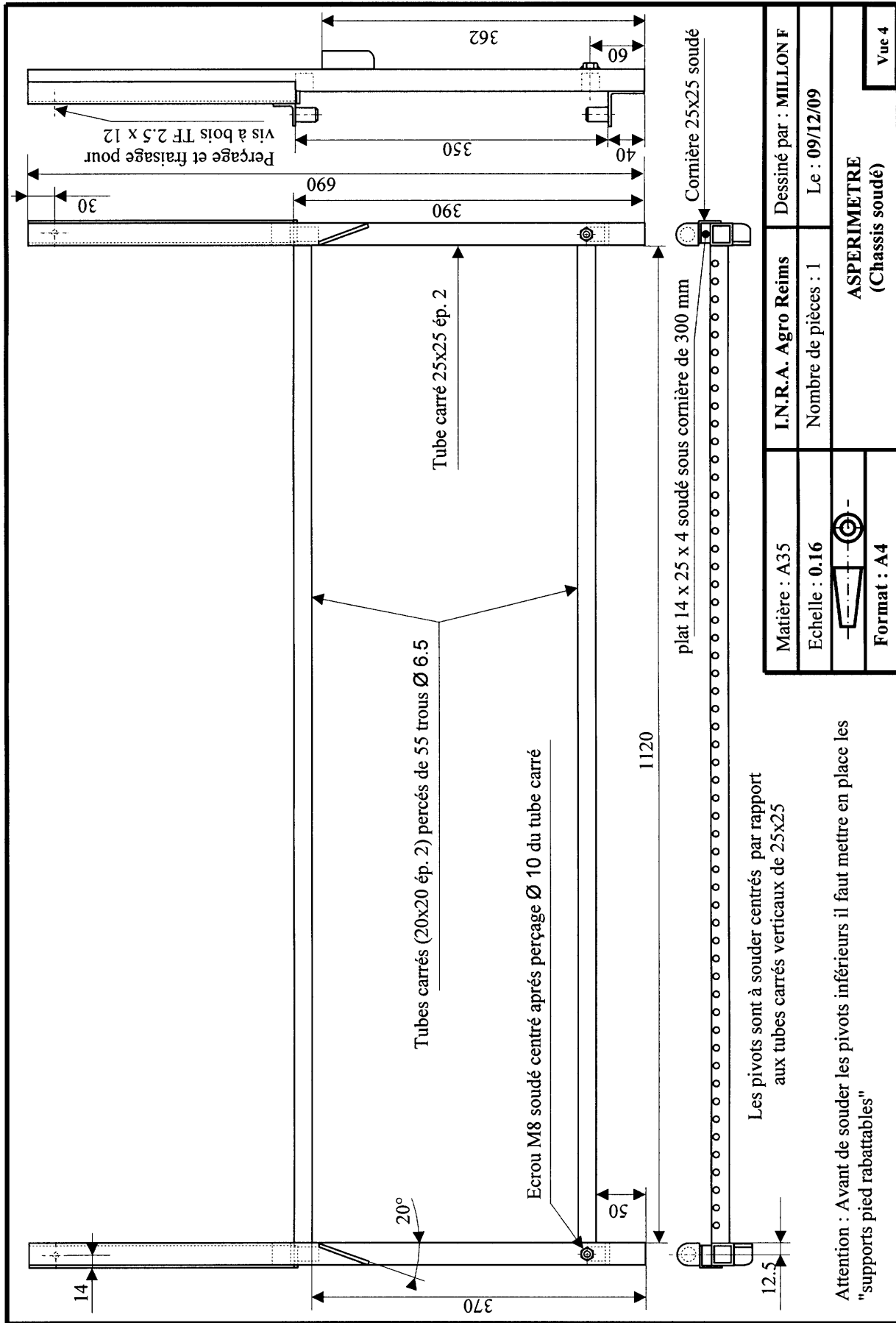
| | | |
|--|-------------------------------------|------------------------|
| Matière : | I.N.R.A. Agro Reims | Dessiné par : MILLON F |
| Echelle : 0.16 | Nombre de pièces : | Le : 07/12/09 |
|  | ASPERIMETRE (vue de face) | |
| | | |



| | | |
|--|---------------------------------------|------------------------|
| Matière : | I.N.R.A. Agro Reims | Dessiné par : MILLON F |
| Echelle : 0.16 | Nombre de pièces : | Le : 07/12/09 |
|  | ASPERIMETRE (vue de gauche) | |
| Format : A4 | | |




| | | |
|---|---------------------------------------|------------------------|
| Matière : | I.N.R.A. Agro Reims | Dessiné par : MILLON F |
| Echelle : 0.16 | Nombre de pièces : | Le : 08/09/09 |
|  | ASPERIMETRE (vue de dessus) | |
| Format : A4 | | |
| | | Vue 3 |

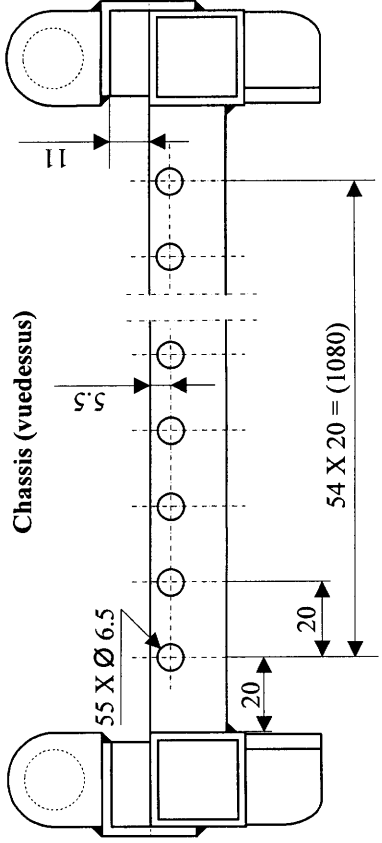


Les pivots sont à souder centrés par rapport aux tubes carrés verticaux de 25x25

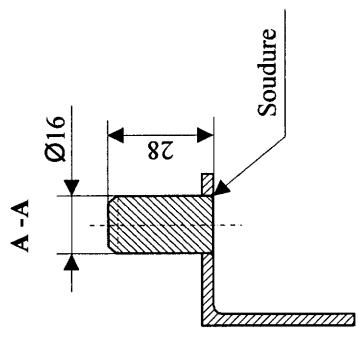
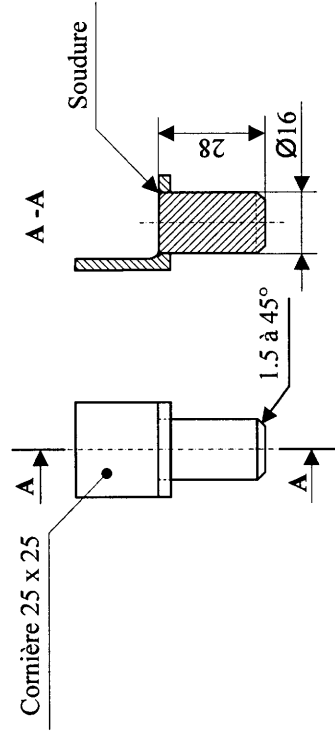
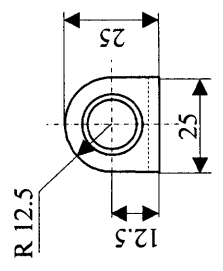
Attention : Avant de souder les pivots inférieurs il faut mettre en place les "supports pied rabattables"

| | | |
|---|--------------------------------|------------------------|
| Matière : A35 | I.N.R.A. Agro Reims | Dessiné par : MILLON F |
| Echelle : 0.16 | Nombre de pièces : 1 | Le : 09/12/09 |
|  | | |
| Format : A4 | ASPÉRIMÈTRE (Chassis soudé) | |
| | | Vue 4 |

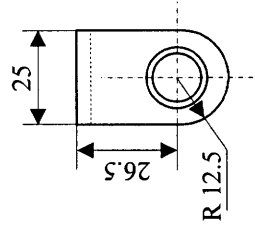
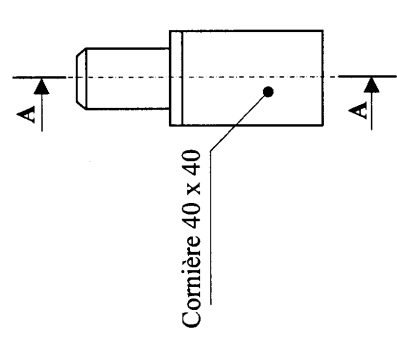
Chassis (vue dessus)



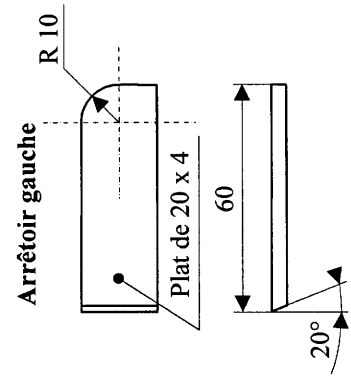
Pivot supérieur



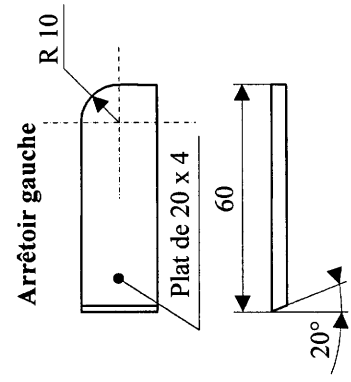
Pivot inférieur



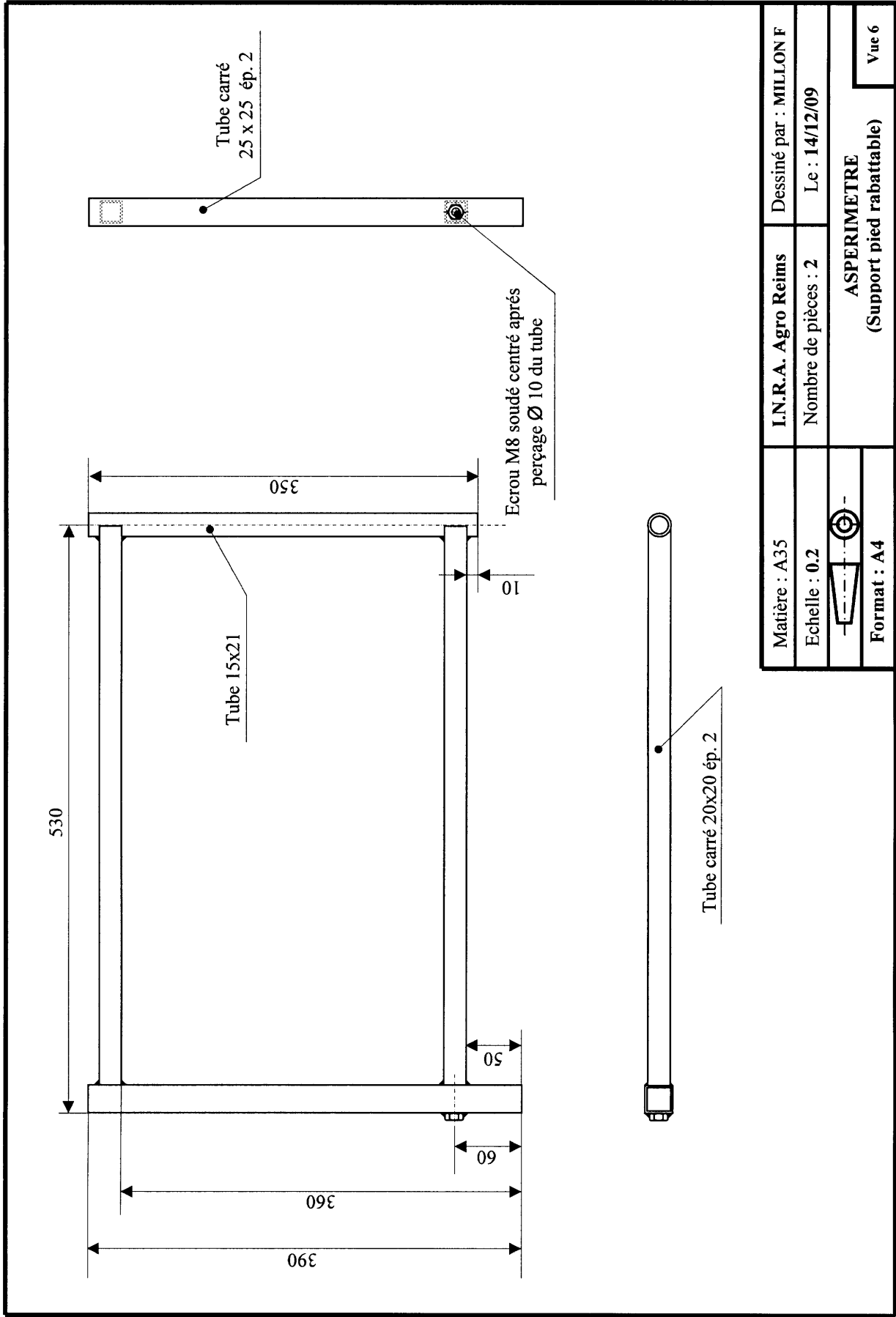
Arrêteur droit

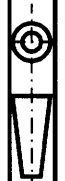


Arrêteur gauche

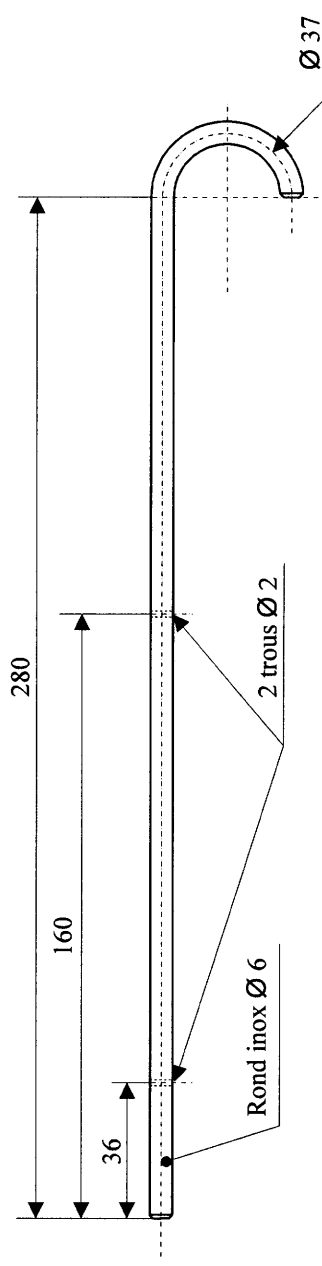
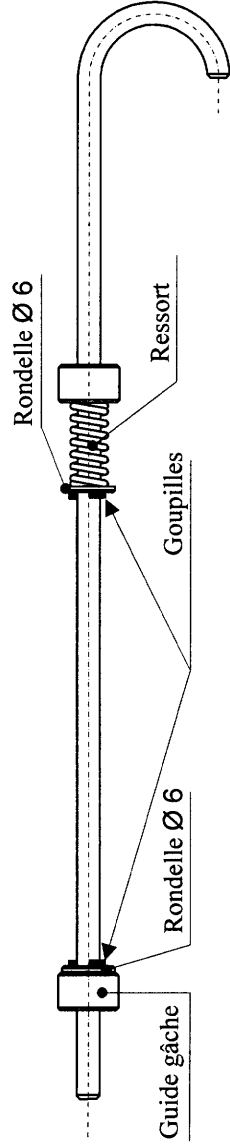



| | | |
|---------------|---|-----------------------|
| Matière : A35 | I.N.R.A. Agro Reims | Dessiné par : MILLONF |
| Echelle : 0.5 | Nombre de pièces : | Le : 09/12/09 |
| Format : A4 | ASPERIMETRE (Chassis détails) | |
| | | Vue 5 |



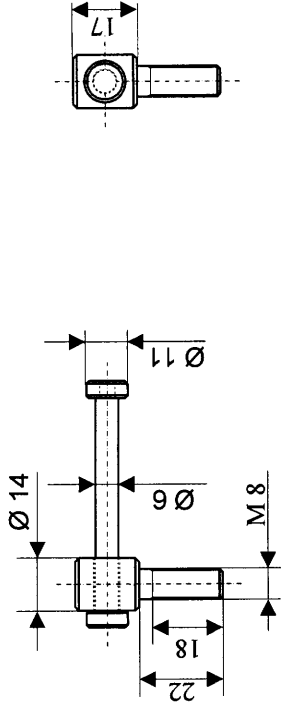
| | | |
|--|----------------------|------------------------|
| Matière : A35 | I.N.R.A. Agro Reims | Dessiné par : MILLON F |
| Echelle : 0.2 | Nombre de pièces : 2 | Le : 14/12/09 |
|  | | |
| ASPERIMETRE (Support pied rabattable) | | |
| | | Vue 6 |

Montage gâche

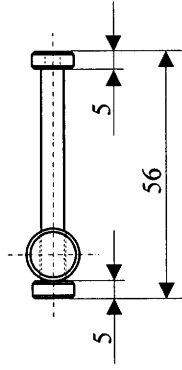


| | | |
|--|--------------------------------|-----------------------|
| Matière : Inox | I.N.R.A. Agro Reims | Dessiné par : MILLONF |
| Echelle : 0.5 | Nombre de pièces : 2 | Le : 18/12/09 |
|  | ASPERIMETRE (Gâche) | |
| | | |

Vis de serrage



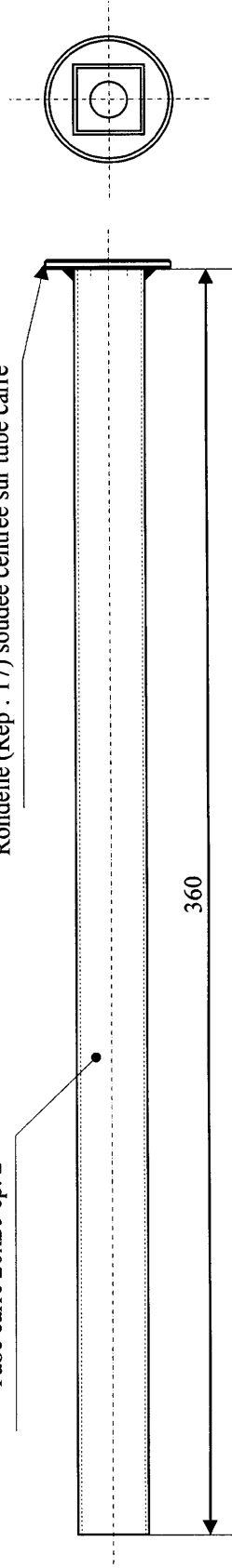
Toutes les extrémités
des cylindres sont
chanfreinées « 1 à 45° »




Pied réglable

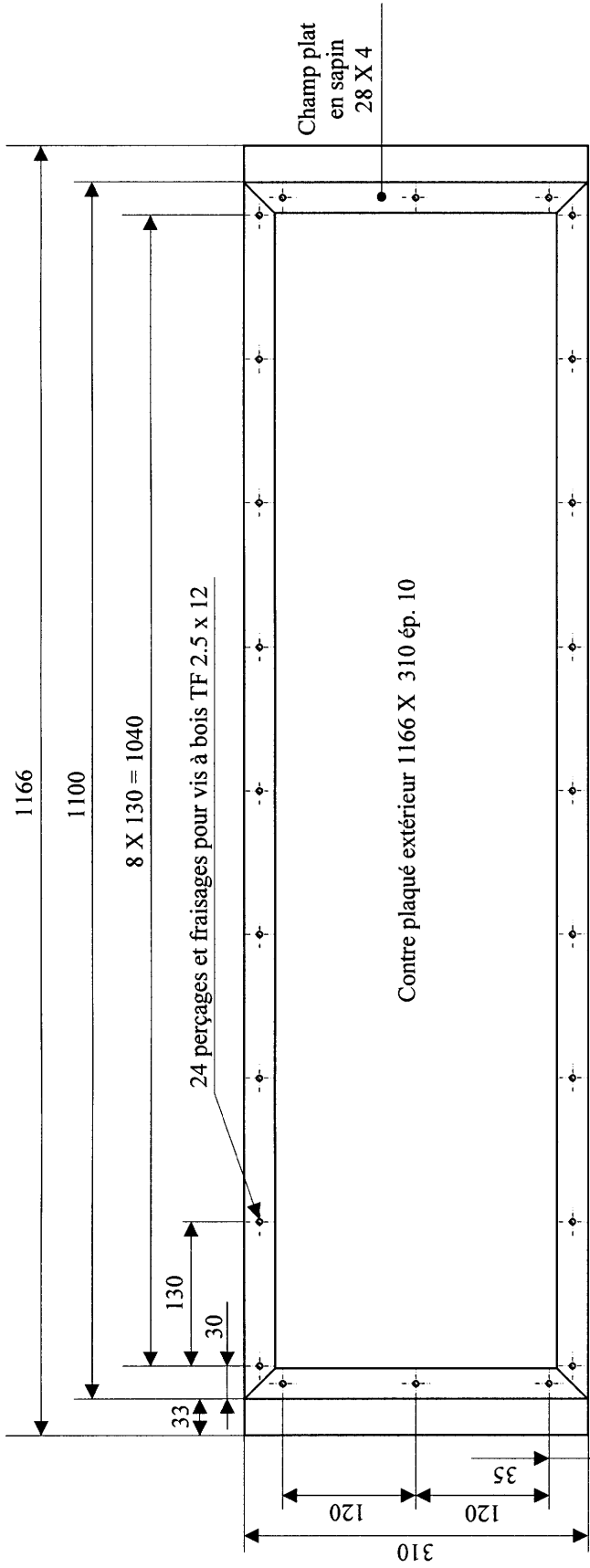
Tube carré 20x20 ép. 2

Rondelle (Rep : 17) soudée centrée sur tube carré

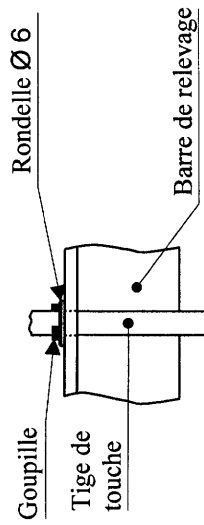


| | | |
|--|---|------------------------|
| Matière : A35 | I.N.R.A. Agro Reims | Dessiné par : MILLON F |
| Echelle : 0.5 | Nombre de pièces : 4/pièce | Le : 05/01/10 |
|  | ASPERIMETRE (Vis de serrage et pied réglable) | |
| Format : A4 | | |
| | | Vue 9 |

Support papier millimétrique (vue de derrière)

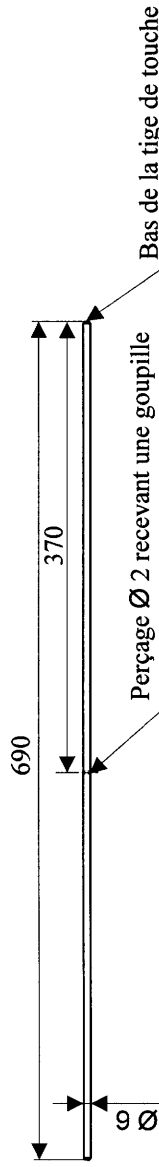


Montage tige de touche
Echelle 0.5



Les 55 tiges de touche sont en résine. Pour chaque tige de touche une rondelle (Ø 6 x 12 x 1.5) est à interposer entre la goupille cylindrique fendue (Ø 1.5 x 30) et la barre de relevage.

Tige de touche



| | | |
|----------------|--|-------------------------|
| Matière : | I.N.R.A. Agro Reims | Dessiné par : MILLON F. |
| Echelle : 0.16 | Nombre de pièces : | Le : 07/01/10 |
| | ASPERIMETRE | Vue |
| Format : A4 | (support papier millimétrique et tige de touche) | 10 |

DÉBIT PAR DÉSIGNATION

Chassis :

| | |
|--------------------------|---------------|
| Tube carré 25 x 25 ép. 2 | 2 x (690 mm) |
| Tube carré 20 x 20 ép. 2 | 2 x (1120 mm) |
| Cornière 25 x 25 | 2 x (300 mm) |
| Plat 20 x 4 | 2 x (60 mm) |
| Cornière 40 x 40 | 2 x (25 mm) |
| Cornière 25 x 25 | 2 x (25 mm) |
| Rond Ø 16 | 4 x (28 mm) |
| Ecrou M8 | 2 |
| Plat 25 x 4 | 2 x (14 mm) |
| Bouchon 25 x 25 | 2 |

Support pied rabattable :

| | |
|--|--------------|
| Tube carré 25 x 25 ép. 2 | 2 x (390 mm) |
| Tube carré 20 x 20 ép. 2 | 4 x (505 mm) |
| Tube Ø 15 x 21 | 2 x (350 mm) |
| Ecrou M8 | 2 |
| Bouchon carré 25 x 25 (plastique noir) | 2 |

Barre de relevage :

| | |
|------------------|---------------|
| Cornière 30 x 30 | 1 x (1170 mm) |
| Tube Ø 15 x 21 | 2 x (95 mm) |
| Rond Ø 16 | 4 x (10 mm) |

Gâche :

| | |
|---|--------------|
| Rond inox Ø 6 | 2 x (340 mm) |
| Rondelle Ø 6 x 12 x 1.5 | 4 |
| Goupille cylindrique fendue Ø 1.5 x 30 | 4 |
| Ressord de compression Ø10, corde 1, L 22 | 2 |

Vis de serrage :

| | |
|-----------|-------------|
| Rond Ø 14 | 4 x (40 mm) |
| Rond Ø 6 | 4 x (56 mm) |
| Rond Ø 12 | 8 x (5 mm) |

Pied réglable :

| | |
|--------------------------|--------------|
| Tube carré 20 x 20 ép. 2 | 4 x (360 mm) |
| Rondelle Ø 10 x 36 x 2.5 | 4 |

Support papier millimétrique :

| | |
|--------------------------------|------------------------------|
| Contre plaqué extérieur ép :10 | 1 x (1166 mm x 310 mm) |
| Champ-plat en sapin 28 x 4 | 2 x (310 mm) + 2 x (1100 mm) |

Tige de touche :

| | |
|--|---------------|
| Rond Ø 6 (résine ou inox) | 55 x (690 mm) |
| Rondelle Ø 6 x 12 x 1.5 | 55 |
| Goupille cylindrique fendue Ø 1.5 x 30 | 55 |