



Ministère de l'agriculture
de l'alimentation
de la pêche
et des affaires rurales



Notice d'utilisation du logiciel de dimensionnement des arceaux de sécurité pour tracteurs agricoles

- version 4 -

Copyright : Cemagref, Ministère de l'Agriculture, 2004

*Cette **version 4** de la notice d'utilisation du logiciel de conception et de dimensionnement des arceaux pouvant équiper les tracteurs agricoles du parc ancien a été conçue pour répondre aux nombreuses remarques et interrogations reçues depuis la mise en service du logiciel et plus particulièrement elle donne des règles techniques pour la réalisation d'un arceau rabattable.*

*Elle décrit les aménagements apportés au logiciel dans sa **version 3**.*

Les nouveautés et les modifications par rapport à la version précédente sont mises en évidence et facilement repérables par un trait vertical dans la marge gauche en face du paragraphe concerné.

SOMMAIRE

0.	PREFACE	5
1.	FONCTIONNEMENT DU PROGRAMME.....	6
1.1.	Configuration requise	6
1.2.	Installation du programme	6
1.2.1.	Copie de sauvegarde.....	6
1.2.2.	Activation des macros.....	6
2.	DOMAINE DE VALIDITE DU LOGICIEL	7
3.	UTILISATION DU PROGRAMME	8
3.1.	Ecran d'accueil	8
3.2.	Menu	8
3.2.1.	Renseignements.....	9
3.2.2.	Relevé des données	9
3.3.	Saisie des données	13
3.4.	Résultats	15
3.4.1.	Choix du tube.....	15
3.4.2.	Détermination des fixations	16
3.5.	Impression des résultats et des plans de l'arceau	17
4.	FABRICATION DE L'ARCEAU.....	19
4.1.	Obtention des pièces	19
4.1.1.	Les tubes	19
4.1.2.	Les renforts	19
4.1.3.	Les semelles	19
4.2.	Les soudures	19
4.2.1.	Soudure des renforts sur les tubes.....	19
4.2.2.	Soudure des angles supérieurs de l'arceau	19
4.3.	Les fixations.....	20
4.3.1.	Réalisation des fixations	20
4.3.2.	Classe de qualité des vis utilisées	24
4.3.3.	Application du couple de serrage	24
4.3.4.	Classification des outils de serrage.....	25
5.	AJOUT D'ACCESSOIRES SUR L'ARCEAU.....	26
6.	ARCEAUX RABATABLES.....	26
6.1.	Avertissements.....	26
6.2.	Réalisation	27
6.2.1.	Schéma de principe	27
6.2.2.	Plan de fabrication	29
7.	MESSAGES D'ERREUR	30
7.1.	Messages généraux	30
7.2.	Messages relatifs aux données	31
8.	FICHE DESCRIPTIVE DE PROBLEME.....	32

Récapitulatif des figures

- Figure 1 - Positionnement des semelles -	7
- Figure 2 - Page d'accueil -	8
- Figure 3 - Conditions de validité du logiciel -	8
- Figure 4 - Menu principal -	9
- Figure 5 - Renseignements à fournir -	9
- Figure 6 - Mesure des données -	10
- Figure 8 - Positionnement du point de référence du siège SRP -	11
- Figure 9 - Données relatives à l'arceau : vue générale -	12
- Figure 10 - Données relatives à l'arceau : largeur des semelles -	13
- Figure 11 - Saisie des données -	13
- Figure 12 - Obtention d'aide -	14
- Figure 13 - Semelle mal positionnée -	14
- Figure 14 - Semelle correctement positionnée -	15
- Figure 15 - Premiers résultats -	15
- Figure 16 - Dimensionnement des tubes -	16
- Figure 17 - Choix du diamètre des vis -	16
- Figure 18 - Couple de serrage -	17
- Figure 19 - Visualisation des résultats -	17
- Figure 20 - Obtention des plans de l'arceau -	18
- Figure 21 - Soudure des renforts -	19

0. PREFACE

Parmi les accidents les plus graves lors de l'utilisation d'un tracteur agricole ou forestier, on recense le renversement ou le cabrage de celui-ci. Sans structure de protection, l'opérateur a de grandes chances d'être écrasé.

En 1999, on estimait entre 100 000 et 200 000 le nombre de tracteurs dépourvus d'une structure de protection en cas de renversement.

Pour mettre en conformité ces tracteurs agricoles, les chefs d'exploitations, entreprises ou organismes agricoles employeurs de main d'œuvre doivent les équiper d'une structure de protection.

Cette structure de protection a pour but, en cas de renversement ou de cabrage, de préserver pour le conducteur une zone de survie et empêcher ainsi qu'il soit écrasé s'il reste à son poste de conduite.

Pour cette raison et à la demande du ministère de l'agriculture, le Cemagref a développé un logiciel qui a pour objectif de proposer une méthode de conception et de dimensionnement d'un arceau arrière ainsi que sa fixation sur le tracteur. Pour son utilisation, cette méthode nécessite la connaissance de certaines caractéristiques du tracteur que l'on souhaite équiper. Ces caractéristiques qui doivent être mesurées avec la plus grande rigueur concernent la masse du tracteur ainsi que plusieurs dimensions, telles que la position du siège, des points de fixation de l'arceau et du point dur avant.

Il est essentiel de respecter le domaine d'application de ce logiciel sous peine de concevoir un arceau qui ne résisterait pas ou ne préserverait pas la zone de survie en cas de retournement. De même, la précision des données que vous saisissez est capitale.

Il est donc impératif de lire cette notice avant toute utilisation du logiciel et de respecter strictement les consignes qui s'y trouvent.

De plus, en raison des évolutions possibles de ce logiciel, il est vivement recommandé de s'assurer qu'il n'y a pas de version plus récente que celle dont vous disposez avant de vous en servir.

1. FONCTIONNEMENT DU PROGRAMME

1.1. Configuration requise

Pour exécuter le programme, vous aurez besoin d'un ordinateur équipé de Windows 95 ou d'une version plus récente, sur lequel sera installé Microsoft Excel 97 ou une version plus récente.

1.2. Installation du programme

Ce programme de dimensionnement est un fichier Excel (.xls). Il n'y a donc aucune manipulation spécifique à faire pour l'installer. Placez donc le fichier où vous le souhaitez, cela n'a pas d'importance.

1.2.1. Copie de sauvegarde

Par précaution, dupliquez le programme de dimensionnement sur une disquette de sauvegarde.

1.2.2. Activation des macros

L'utilisation du logiciel nécessite l'activation de macros. Cela peut poser problèmes sur certains ordinateurs utilisant des versions récentes de Microsoft Excel.

Si votre ordinateur refuse d'ouvrir les macros, cela est dû à un niveau de sécurité trop élevé du logiciel Microsoft Excel. Il faut que vous le modifiiez. Pour cela, procédez comme suit :

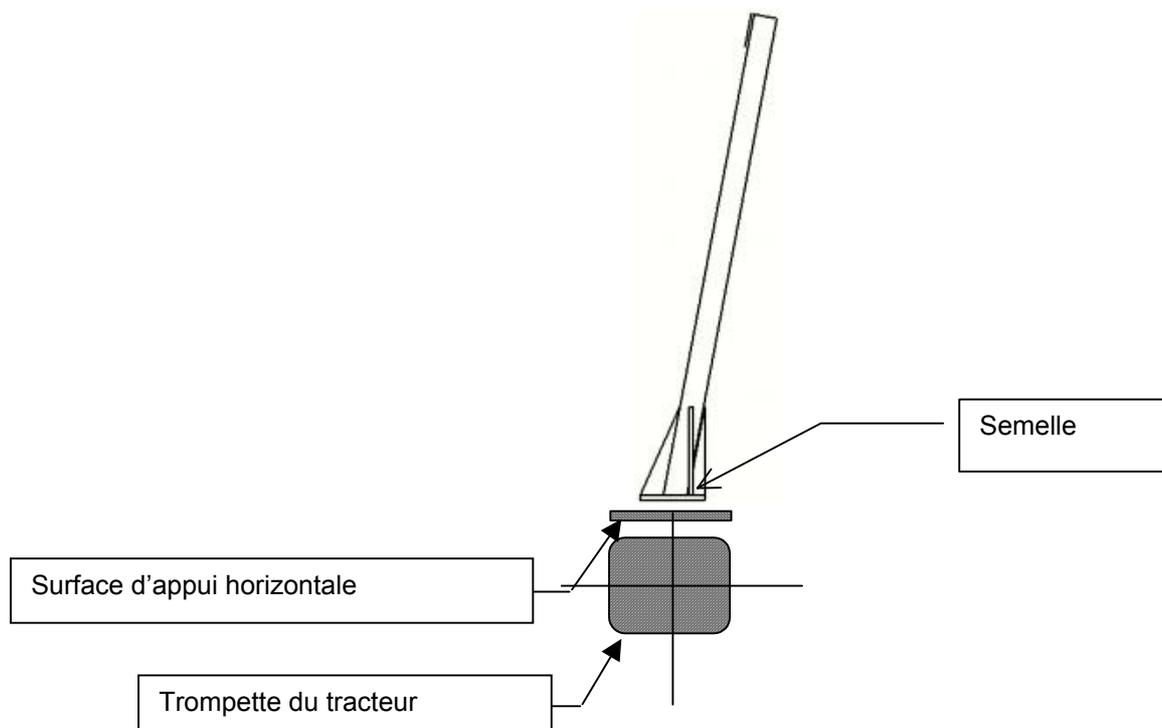
- ✓ ouvrir Excel ;
- ✓ ouvrir le menu 'Outils', puis l'onglet 'Sécurité';
- ✓ choisir un niveau de sécurité intermédiaire ;
- ✓ fermer Excel, puis ouvrir à nouveau le programme de dimensionnement.

2. DOMAINE DE VALIDITE DU LOGICIEL

Ce logiciel est conçu pour le dimensionnement, la fabrication et la fixation d'arceaux arrière de sécurité pour tracteurs agricoles et forestiers.

Ce logiciel est utilisable pour des tracteurs dont la masse de référence est comprise entre 600 kg et 4500 kg, et dont la garde au sol est inférieure à 1000 mm.

L'arceau est destiné à être fixé sur le tracteur par l'intermédiaire des deux semelles horizontales (voir schéma) :



- Figure 1 - Positionnement des semelles -

La longueur minimale de ces semelles est 224 mm, leur largeur est variable en fonction des dimensions du tube choisi (voir : *Données relatives à l'arceau – Entraxe des vis de fixations*).

La surface d'appui horizontale sur laquelle on viendra boulonner l'arceau doit être créée en venant se fixer sur les trompettes du tracteur (voir la partie de la notice relative aux fixations pour plus de détail).

3. UTILISATION DU PROGRAMME

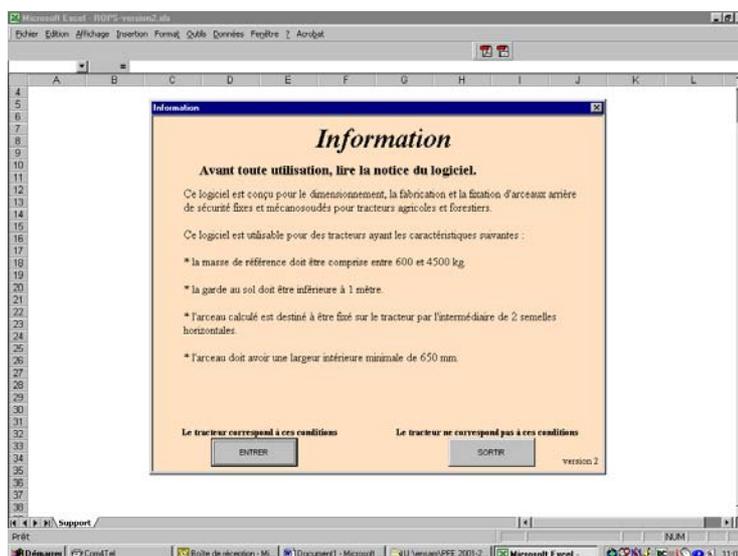
3.1. Ecran d'accueil

L'écran d'accueil du programme de dimensionnement se présente de la façon suivante :



- Figure 2 - Page d'accueil -

Pour entrer dans le programme, cliquez sur « Page suivante ». Les conditions de validité du logiciel vous sont rappelées :

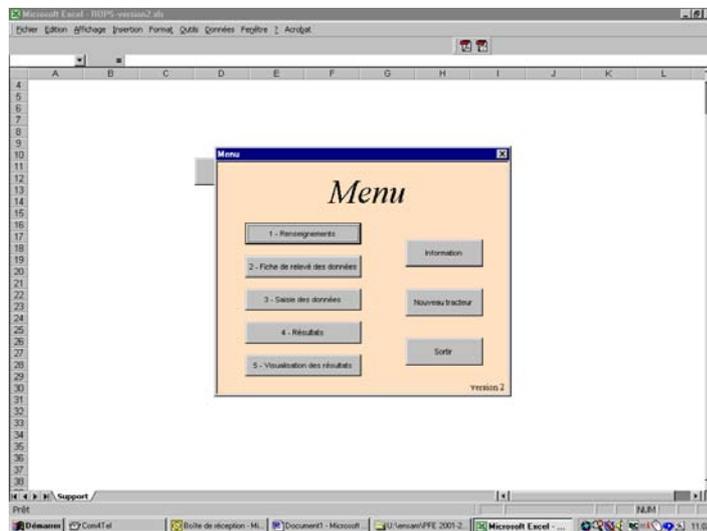


- Figure 3 - Conditions de validité du logiciel -

Si, et seulement si, le tracteur que vous souhaitez équiper d'un arceau respecte ces conditions, cliquez sur « Entrer », sinon cliquez sur « Sortir ». Vous arrivez alors sur le menu principal.

3.2. Menu

Un menu va vous aider tout au long de la procédure de dimensionnement.

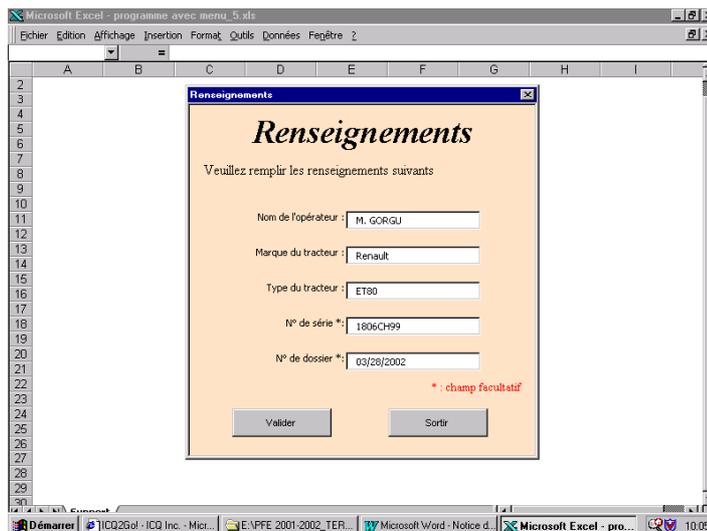


- Figure 4 - Menu principal -

C'est à partir de ce menu que vous allez réaliser les différentes opérations qui vous permettront de dimensionner votre arceau et d'en obtenir les plans, pour cela, vous cliquerez dans l'ordre sur les différents boutons.

3.2.1. Renseignements

La rubrique « Renseignements » permet d'identifier le tracteur pour lequel vous souhaitez concevoir un arceau. Il est important d'entrer ces informations, elles vous permettront d'éviter toute erreur ou confusion, notamment dans le cas où vous auriez à dimensionner plusieurs arceaux.



- Figure 5 - Renseignements à fournir -

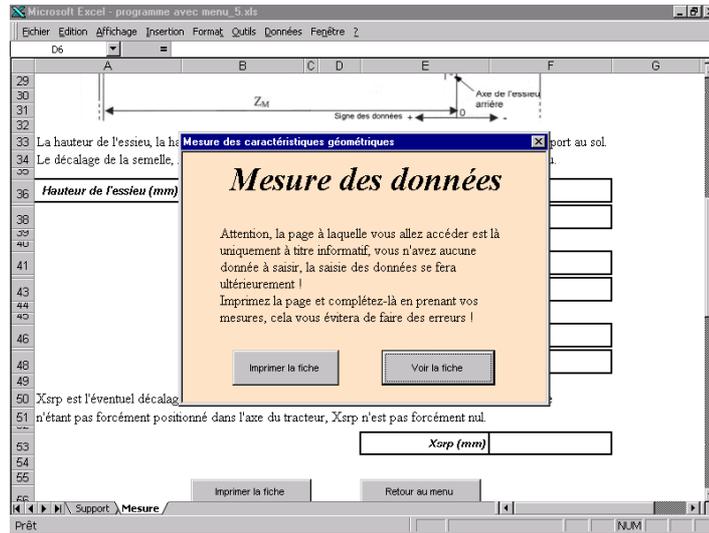
Les informations qui vous sont demandées sont :

- le nom de l'opérateur ou de la personne en charge du dossier ;
- la marque du tracteur ;
- le type de tracteur ;
- le numéro d'immatriculation du tracteur ;
- le numéro de dossier que vous allez affecter à cette affaire.

Une fois ces renseignements fournis, cliquez sur « Valider », pour revenir au menu.

3.2.2. Relevé des données

Cliquez maintenant sur le bouton « Mesure des données ».



- Figure 6 - Mesure des données -

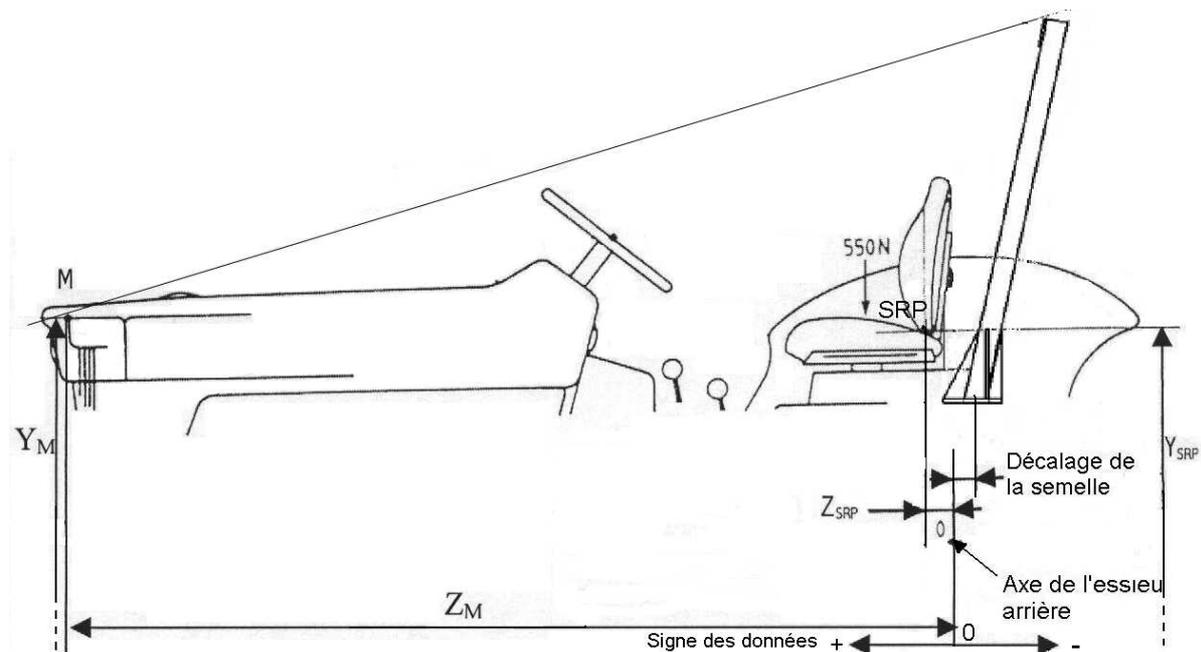
Vous aurez, pour dimensionner l'arceau, à fournir un certain nombre de données. L'écran qui vient d'apparaître vous permet d'obtenir une aide complémentaire afin que vous puissiez fournir l'ensemble des données nécessaires au dimensionnement de l'arceau.

Cliquer sur « Imprimer » pour imprimer et revenir directement au menu, ou sur « OK » pour visionner le document.

Ci-après, vous avez une description plus précise des différentes données que le logiciel vous demandera de fournir pour le calcul de dimensionnement de l'arceau.

3.2.2.1. Données relatives au tracteur

Attention : pour toutes les données relatives au tracteur suivant son axe longitudinal (axe Z), les distances sont à donner par rapport à l'axe de l'essieu arrière du tracteur. Dans le sens vertical (suivant l'axe Y), les données sont à mesurer par rapport au sol (voir schéma suivant).



- Figure 7 - Mesures à effectuer sur le tracteur -

Masse du tracteur : la masse du tracteur est à donner en kilogrammes (kg). La masse de référence doit être au moins égale à la masse du tracteur avec l'eau de refroidissement, les lubrifiants, le carburant, l'outillage et le dispositif de protection, mais sans les accessoires facultatifs. Les masses optionnelles d'alourdissement avant ou arrière, le lest des pneumatiques, les instruments et équipements montés ne sont pas pris en compte.

En pratique on pèse le tracteur avec le plein de carburant et on ajoute une masse forfaitaire de 50 kg pour l'arceau.

Hauteur de l'essieu : il s'agit du rayon de roulement de la roue arrière à donner en millimètres (mm). En pratique, on mesure la hauteur de l'axe de l'essieu arrière par rapport au sol.

Y_m et Z_m : Y_m et Z_m sont les coordonnées du point dur avant M. On définit par point dur avant, l'extrémité supérieure d'un élément mécanique situé à l'avant du tracteur dans l'axe longitudinal de celui-ci et censé constituer un point d'appui capable de supporter le poids sur l'avant du tracteur lorsque celui-ci est retourné. Le point dur avant est fréquemment le point le plus en avant du bloc moteur, et non de la carrosserie qui pourrait se déformer en cas de renversement. On estime que ce point est placé suivant l'axe du tracteur, il n'y a donc pas de coordonnées X_m à rentrer. Les deux distances Y_m et Z_m sont à donner en millimètres (mm).

X_{srp}, Y_{srp} et Z_{srp} : X_{srp}, Y_{srp} et Z_{srp} sont les coordonnées du point de référence du siège (SRP). Le point de référence du siège est le point d'intersection, dans le plan longitudinal médian du siège, du plan tangent à la partie inférieure du dossier et du plan horizontal qui coupe la surface inférieure de la planche figurant l'assiette du siège, 150 mm en avant du plan tangent susmentionné.

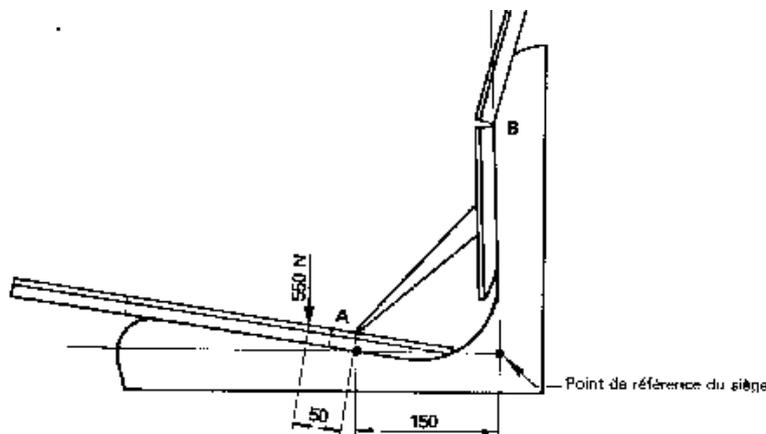
Position et réglage du siège pour déterminer le point de référence du siège :

Si le siège est réglable, il faut l'amener dans la position la plus haute et la plus reculée ;

Si l'inclinaison du dossier du siège est réglable, il faut régler le dossier et le siège de façon que le point de référence du siège se situe dans la position la plus haute et la plus reculée ;

Si le siège comporte un système de suspension, celui-ci doit être bloqué à mi-course.

En pratique le point de référence du siège SRP est le point d'intersection entre la base du siège du conducteur et le dossier de celui-ci, il est donc situé dans l'axe du siège. Attention, le siège n'étant pas forcément dans l'axe du tracteur, X_{srp} n'est pas forcément nul. Les coordonnées de X_{srp}, Y_{srp} et Z_{srp} sont à mesurer avec une personne assise sur le siège, ou avec une charge de 550 N sur le siège, et à donner en millimètres (mm) (voir le schéma suivant).



- Figure 8 - Positionnement du point de référence du siège SRP -

Hauteur de la semelle : c'est la distance verticale qui sépare l'axe des roues arrière et la face supérieure des semelles horizontales sur lesquelles vous fixerez l'arceau (l'épaisseur des semelles est de 15mm). Cette hauteur est à donner en millimètres (mm). Dans la cas de tracteurs étroits, vous serez peut-être amenés à concevoir des supports de fixation qui positionnent la surface d'appui de l'arceau au dessus des roues (voir le chapitre relatif à la réalisation des fixations). Si tel est le cas il faut bien veiller à considérer cette surface d'appui pour déterminer la hauteur de la semelle.

Décalage de la semelle : c'est la position de la semelle (en mm) par rapport à l'axe de l'essieu suivant l'axe longitudinal du tracteur, commencez par mettre une valeur de 0 dans cette case, vous ajusterez cette valeur

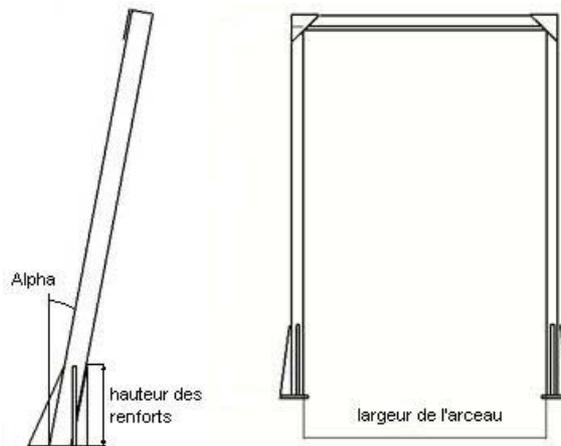
par la suite. Cette distance est en fait la distance entre l'axe de l'essieu et le centre de la semelle de l'arceau que vous allez construire.

Largeur de l'arceau : c'est la largeur intérieure de l'arceau que vous avez à fabriquer. Cette largeur est à donner en millimètres (mm) et doit être d'au moins 650 mm. Construisez toujours l'arceau le plus large possible, cela ira dans le sens d'une diminution de la taille des tubes à utiliser et du diamètre des vis de fixation de l'arceau. En pratique, et comme le logiciel peut concevoir un arceau à partir de tubes ayant une largeur comprise entre 20 et 120 mm vous pourrez être amenés à ajuster la largeur intérieure en fonction des dimensions du tube choisi.

Nous vous conseillons de mesurer la largeur maximale disponible pour l'arceau et, en partant de l'hypothèse d'un tube moyen de largeur 60 mm, de soustraire à cette largeur maximale disponible 120 mm ($2 * 60$ mm). Vous obtiendrez ainsi une estimation de la largeur intérieure de votre arceau. Si après un premier calcul la largeur du tube choisi est supérieure à 60 mm ou si vous souhaitez optimiser la largeur de l'arceau vous devez refaire un nouveau calcul en prenant cette fois pour estimer la largeur intérieure de l'arceau, la largeur du tube obtenue par le précédent calcul.

3.2.2.2. Données relatives à l'arceau

Hauteur des renforts : c'est la hauteur des renforts situés à la base de l'arceau. La valeur par défaut est de 320 mm, cependant, cette valeur peut être modifiée si cela vous arrange, attention toutefois à ne pas atteindre des valeurs ni trop faibles, ni trop élevées. Il est préférable de conserver cette valeur comprise entre un cinquième et un quart de la hauteur de l'arceau. Cette hauteur est à donner en millimètres (mm).

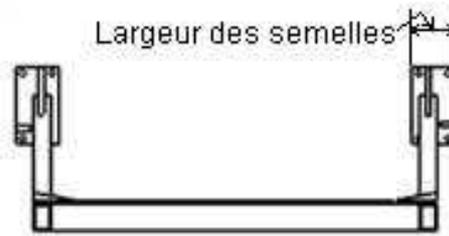


- Figure 9 - Données relatives à l'arceau : vue générale -

Alpha : c'est l'angle d'inclinaison de l'arceau vers l'arrière par rapport à la verticale. Sa valeur est déterminée automatiquement par le logiciel.

Limite élastique : c'est la limite élastique du matériau utilisé pour la fabrication de l'arceau. La valeur par défaut est de 235 N/mm², c'est la valeur la plus courante pour les tubes en acier. Elle correspond à un acier de construction de milieu de gamme. Cependant, vous pouvez utiliser d'autres types de matériaux. Sachez simplement que si votre matériau a une limite élastique inférieure, la section des tubes à utiliser va augmenter, et que si elle est supérieure, cette section va diminuer. La limite élastique est à donner en N/mm².

Largeur de la semelle : c'est la largeur de la semelle de fixation de l'arceau. Elle dépend de l'espace dont vous disposez. Il est cependant recommandé de ne pas descendre trop en dessous de la valeur conseillée, soit 134 mm. En fait, la diminution de la largeur de la semelle a pour conséquence d'augmenter le diamètre des vis de fixation à utiliser. Par conséquent, si vous obtenez des vis de diamètre trop important pour les fixations de l'arceau, faites des semelles plus larges. Cette largeur est à donner en millimètres (mm). Elle apparaît sur le schéma ci-dessous.

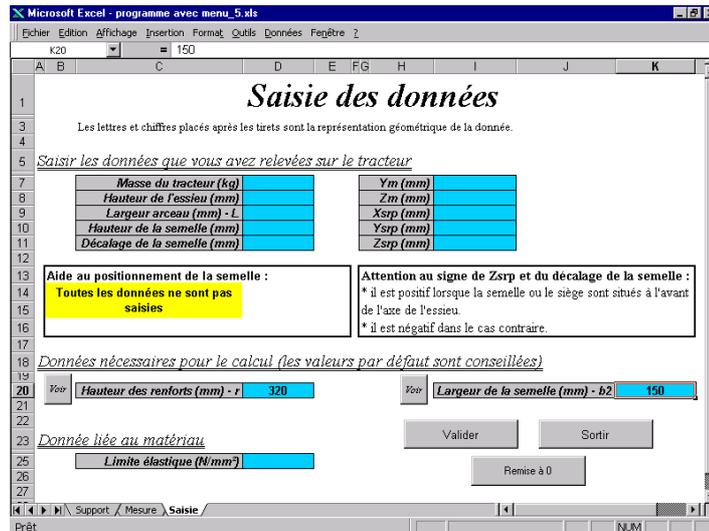


- Figure 10 - Données relatives à l'arceau : largeur des semelles -

Cliquez sur « Retour au menu » pour revenir au menu principal.

3.3. Saisie des données

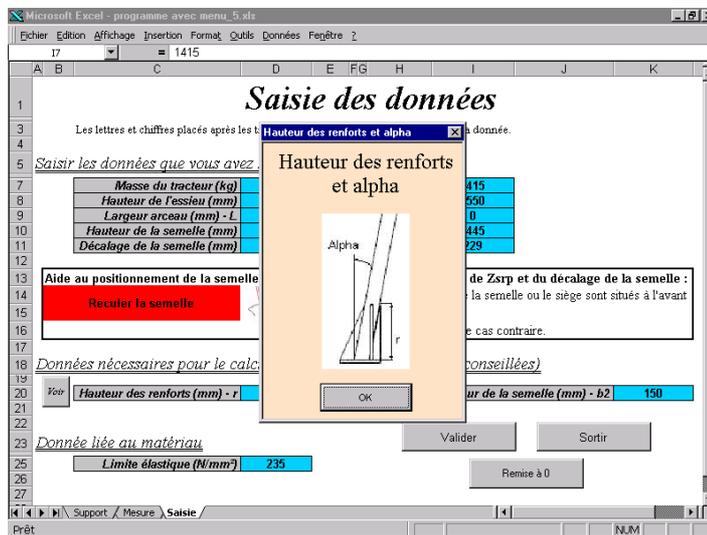
Une fois toutes les données précédentes en votre possession, cliquez sur le bouton « Saisie des données » du menu. Vous arrivez à l'écran suivant :



- Figure 11 - Saisie des données -

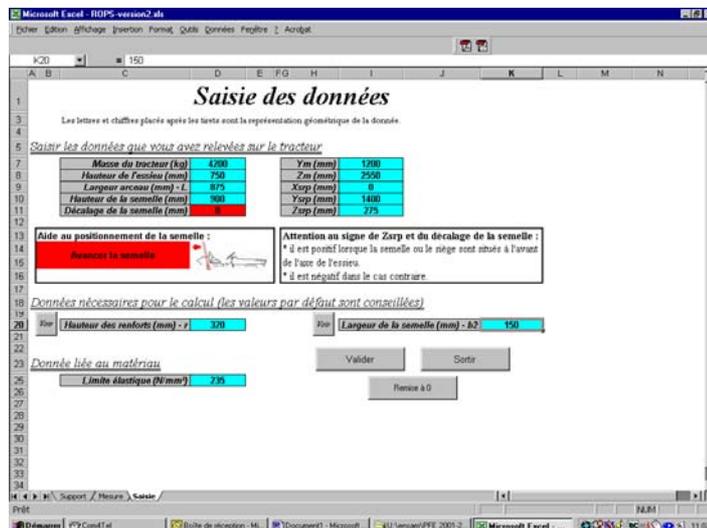
Une fois les données saisies (attention aux unités), cliquez sur « Valider ». Le bouton « Remise à zéro » remet tous les champs à zéro, en cas d'erreur par exemple. Le bouton « Sortir » vous permet de retourner au menu, cependant les données saisies ne seront pas enregistrées.

En cliquant sur les cases « Voir », vous pouvez avoir un rappel de la signification des données :



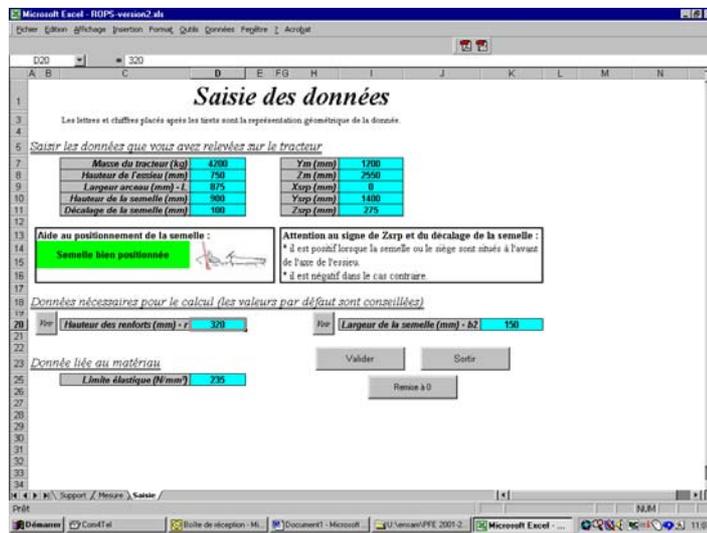
- Figure 12 - Obtention d'aide -

Une fois l'ensemble des données rentrées, le logiciel va vous aider à positionner correctement la semelle dans le sens longitudinal du tracteur. Pour cela suivez simplement les instructions données par le logiciel.



- Figure 13 - Semelle mal positionnée -

En fonction des indications du logiciel, vous aurez soit à avancer la semelle vers l'avant du tracteur en augmentant la valeur du décalage de la semelle, soit à la reculer vers l'arrière en diminuant la valeur du décalage, qui peut alors devenir négative. Lorsque la semelle est bien positionnée, l'indicateur passe au vert.



- Figure 14 - Semelle correctement positionnée -

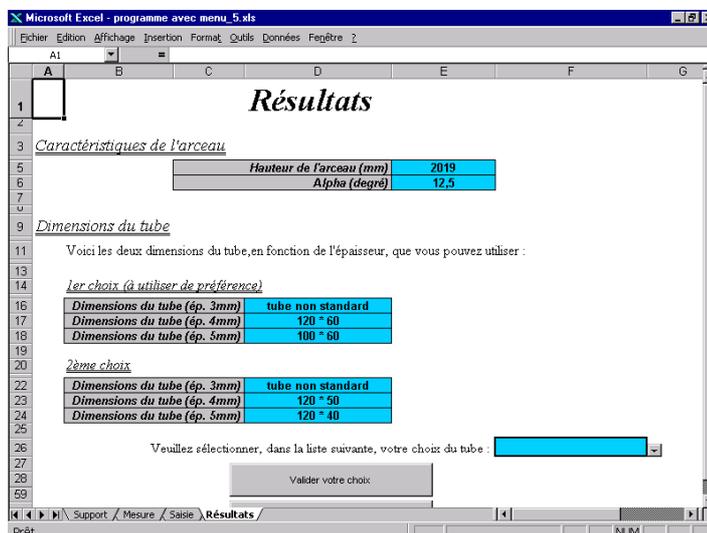
Nous vous conseillons dans un premier temps de saisir le décalage de la semelle que vous envisagez pour fixer l'arceau (décalage nul si l'arceau est fixé à la verticale de l'essieu arrière). Puis par tâtonnement augmenter ou diminuer légèrement le décalage de la semelle. Si la position que vous aviez envisagée pour la semelle est très proche de celle conseillée par le logiciel (de l'ordre de 50 mm) il est possible de modifier la hauteur des renforts ou la hauteur des semelles pour conserver ce décalage souhaité.

Si le logiciel vous demande de reculer les semelles et si après tâtonnement vous vous apercevez que vous n'êtes pas très loin de la solution, vous pouvez essayer de diminuer légèrement la hauteur des renforts. Cela peut vous permettre de conserver le décalage de la semelle que vous envisagiez au départ.

De la même façon lorsque le logiciel vous demande d'avancer la semelle tout en étant très proche de la solution il est possible d'essayer en augmentant légèrement la hauteur des renforts.

3.4. Résultats

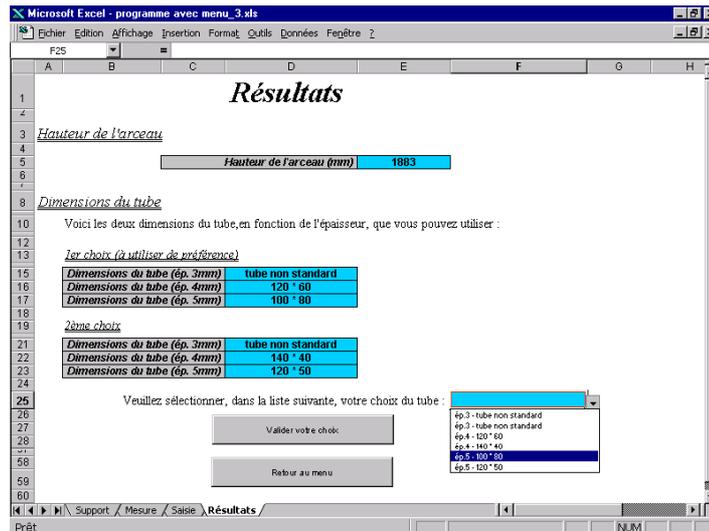
Après avoir validé votre saisie, vous obtiendrez les premiers résultats qui vont vous permettre de dimensionner entièrement les tubes de votre arceau de sécurité en cliquant « Résultats » .



- Figure 15 - Premiers résultats -

3.4.1. Choix du tube

Le logiciel vient de vous donner, pour des épaisseurs de tubes de 3, 4 et 5 mm, les dimensions de tube à utiliser pour la fabrication de l'arceau (seules ces trois épaisseurs sont utilisables). Vous avez le choix entre six dimensions de tube, soit deux variantes par épaisseur.



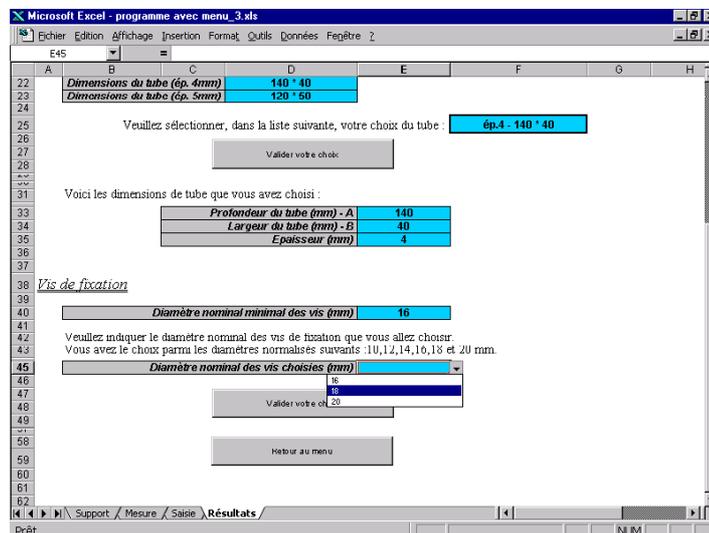
- Figure 16 - Dimensionnement des tubes -

Dans certains cas, il peut apparaître le message « Tube non standard », ceci signifie qu'il n'y a pas de tube disponible pour l'épaisseur en question (voir figure 12 et 13). Choisissez les dimensions du tube que vous souhaitez employer dans le menu déroulant et validez votre choix.

3.4.2. Détermination des fixations

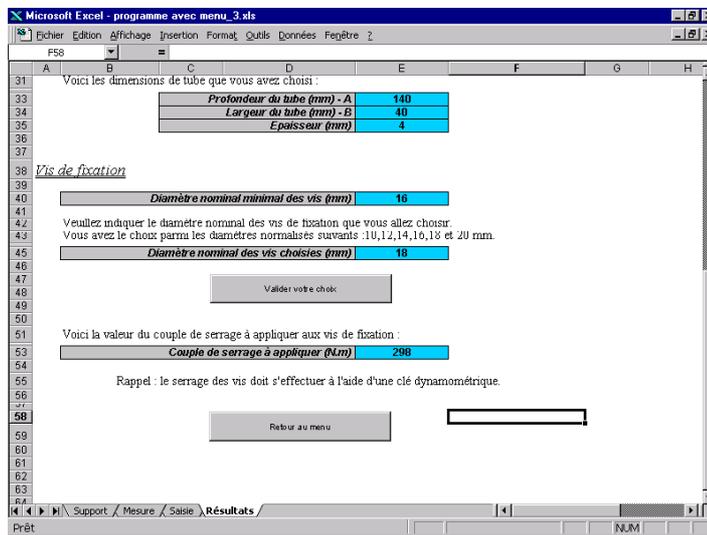
L'arceau étant impérativement fixé par l'intermédiaire de quatre vis par pied, il vous reste à choisir le diamètre des vis, le logiciel vous fournira alors le couple de serrage à appliquer.

Pour cela, saisissez le diamètre des vis que vous souhaitez utiliser dans la liste déroulante sur la page des résultats, puis validez votre choix :



- Figure 17 - Choix du diamètre des vis -

Vous avez maintenant le couple de serrage à appliquer qui vous est donné par le logiciel. Vous pouvez retourner au menu principal.

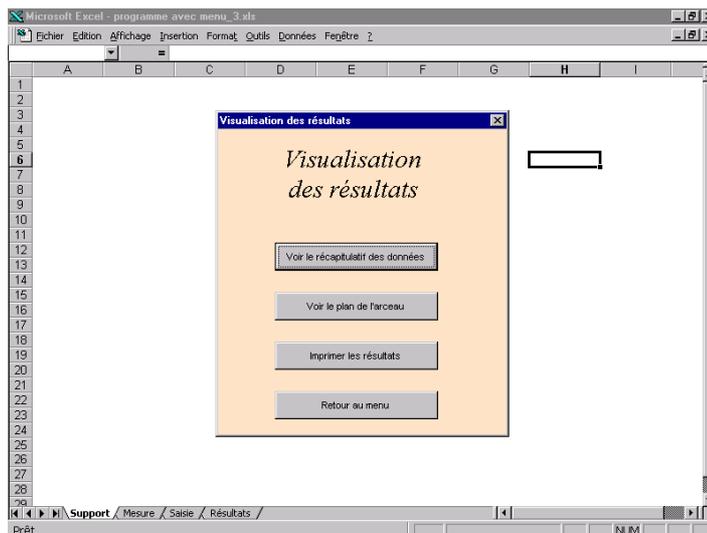


- Figure 18 - Couple de serrage -

Une fois ceci fait, cliquez sur « Retour au menu » pour continuer la procédure.

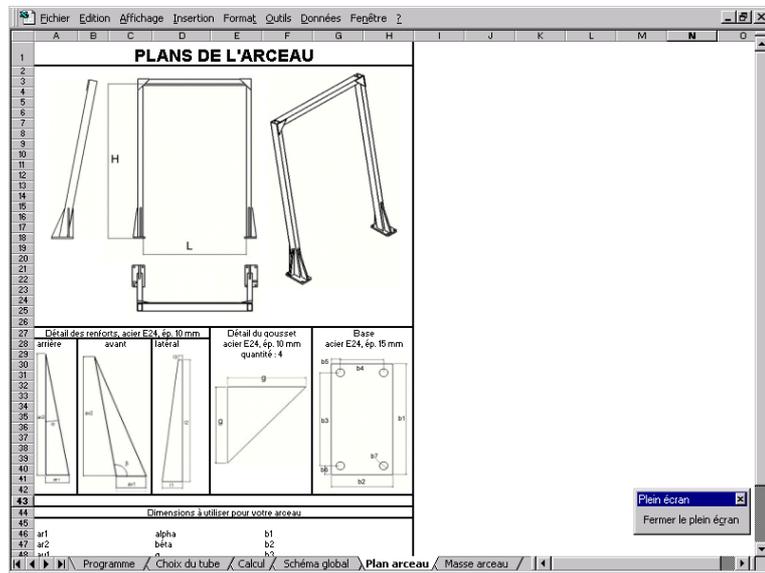
3.5. Impression des résultats et des plans de l'arceau

L'arceau est maintenant entièrement déterminé. Vous avez la possibilité de visualiser puis d'imprimer les résultats en cliquant sur le bouton « Visualisation des résultats ».



- Figure 19 - Visualisation des résultats -

Vous avez la possibilité de visualiser les résultats, de visualiser les plans de l'arceau, et enfin d'imprimer le tout en cliquant sur le bouton « Imprimer ».



- Figure 20 - Obtention des plans de l'arceau -

Quand vous avez fini, cliquez sur « Retour au menu », puis « Sortir » dans le menu principal. Vous pouvez maintenant fermer Microsoft Excel.

4. FABRICATION DE L'ARCEAU

4.1. Obtention des pièces

4.1.1. Les tubes

Pour les tubes, on veillera à respecter la limite élastique précédemment entrée dans le logiciel lors du calcul de dimensionnement. De même, on veillera à respecter les dimensions et l'épaisseur de ces derniers.

4.1.2. Les renforts

Tous les renforts seront fabriqués en épaisseur 10 mm, dans des plaques d'acier E24 (acier de construction). Les renforts extérieurs peuvent, en cas de besoin être soudés, à l'intérieur des montants de l'arceau. Cela permet, en cas de tracteur étroit par exemple, de positionner l'arceau le plus près possible des roues arrière.

4.1.3. Les semelles

Les semelles de l'arceau seront quant à elles fabriquées en épaisseur 15 mm, dans des plaques d'acier E24 (acier de construction). Les dimensions données par le logiciel pour les semelles et les entraxes des vis sont des dimensions minimales. Il est donc possible d'augmenter ces dimensions pour faciliter par exemple la fixation des semelles sur les deux surfaces d'appui horizontales (supports). Il faut dans ce cas augmenter dans les mêmes proportions la largeur des renforts, c'est à dire les dimensions référencées **ar1**, **av1** et **l1** sur le plan de l'arceau.

4.2. Les soudures

Les soudures seront réalisées selon les règles de l'art, par une personne qualifiée.

4.2.1. Soudure des renforts sur les tubes

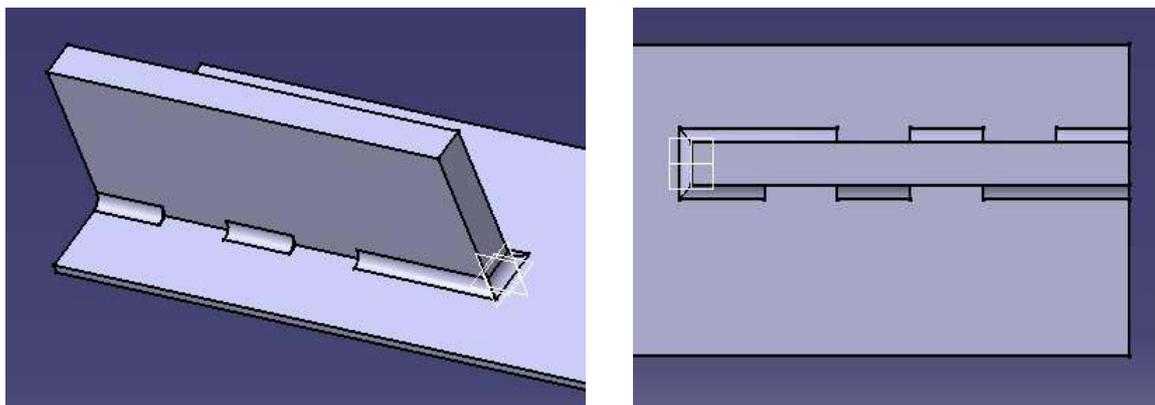
Il est important de suivre la procédure suivante pour ne pas déformer les pièces.

La soudure doit être réalisée à l'arc ou au MIG.

Tout d'abord, on veillera à ne pas faire de cordon de soudure tout le long des pièces, ceci est inutile.

La procédure à suivre est la suivante :

- chanfreiner les renforts ;
- commencer par faire un point à chaque extrémité du renfort (c'est-à-dire en haut et en bas) pour éviter le cintrage du tube ;
- puis souder le renfort sur ses côtés avec une soudure en quinconce (voir schéma ci-dessous).



- Figure 21 - Soudure des renforts -

4.2.2. Soudure des angles supérieurs de l'arceau

Dans les angles supérieurs, les tubes doivent être coupés avec un angle de 45°, de manière à pouvoir être soudés bout à bout. La soudure doit être ici aussi réalisée à l'arc ou au MIG.

Les goussets ou renforts des angles supérieurs doivent être soudés par petits points d'abord, pour éviter des déformations trop importantes. Une fois ceci fait, on complétera la soudure par des cordons, il est cependant complètement inutile de souder tout le pourtour du gousset, on prendra cependant un soin particulier à bien en souder les angles.

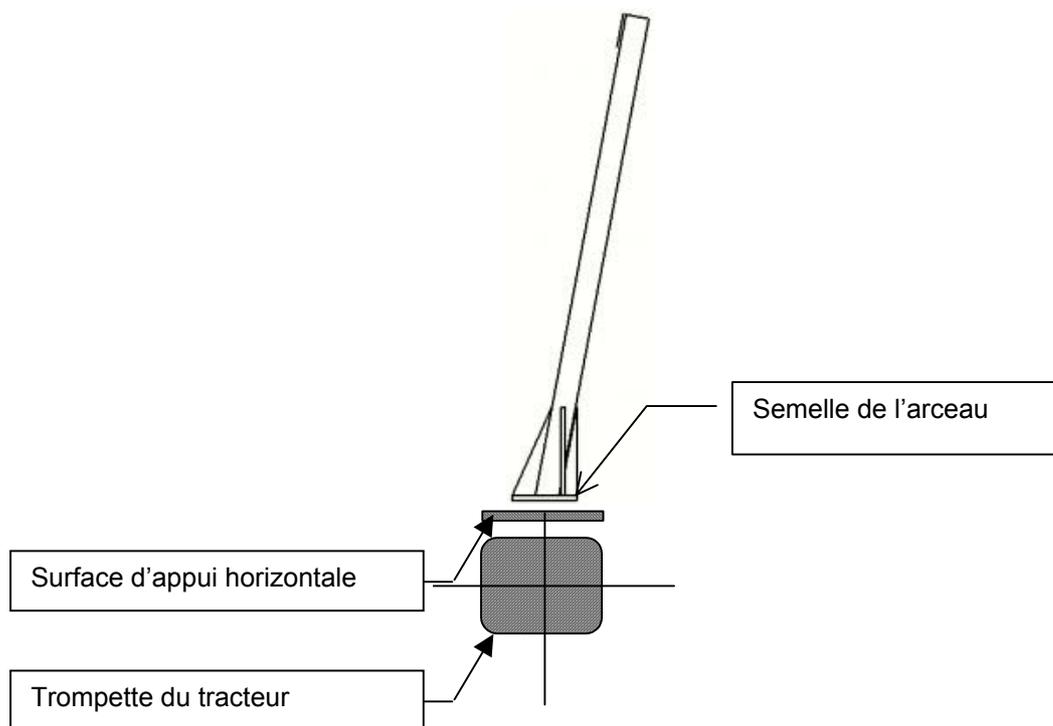
4.3. Les fixations

4.3.1. Réalisation des fixations

Chaque tracteur est un cas particulier et par conséquent la conception des supports qui permettront la fixation de l'arceau sur le tracteur n'a pas pu être traitée de façon détaillée par le logiciel.

Il est uniquement possible de donner quelques règles essentielles à suivre ainsi que des exemples pour la réalisation de ces supports.

L'arceau calculé par le logiciel est conçu pour être boulonné sur deux surfaces d'appui horizontales (supports) fixées au tracteur. Ces supports et leurs fixations doivent être conçus de façon très rigide.



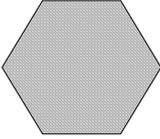
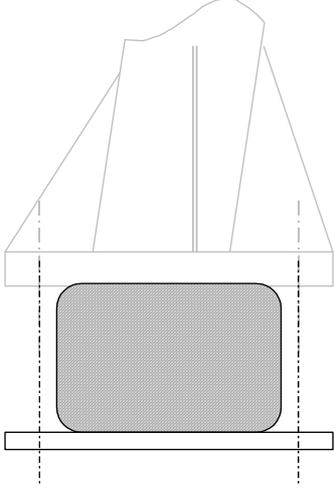
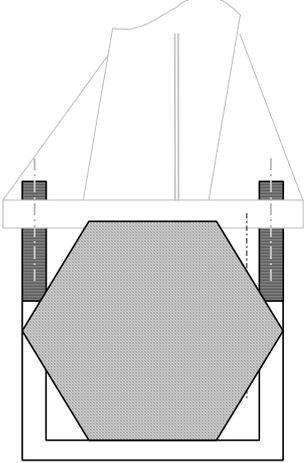
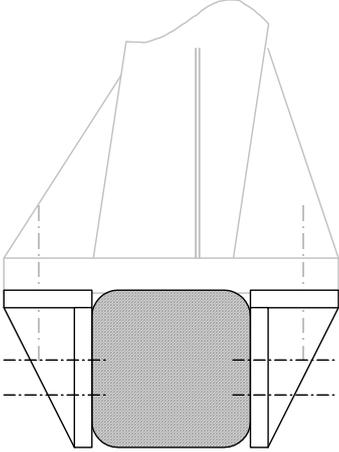
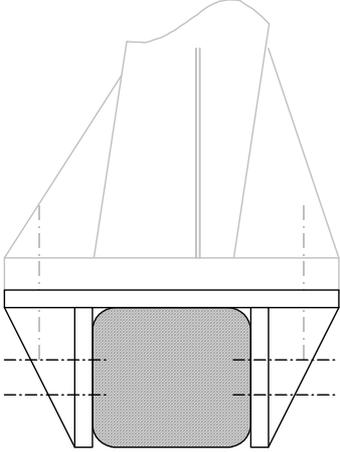
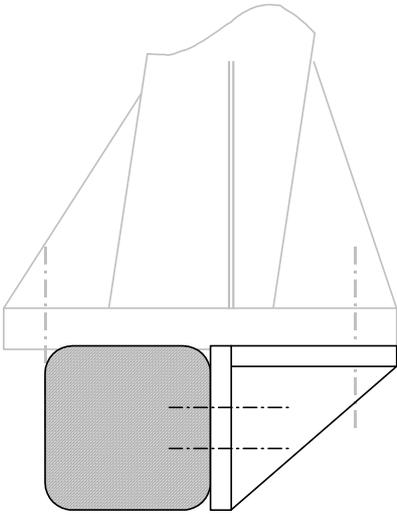
Les surfaces d'appui servant à la fixation de l'arceau sur les supports et des supports sur le tracteur doivent être réalisées en acier E24 (acier de construction) en épaisseur 15 mm.

Les éventuels renforts et goussets doivent être réalisés dans la même matière en épaisseur 10 mm.

Les fixations sur le tracteur doivent être réalisées par des vis, boulons, goujons ou brides de diamètre au moins équivalent à celui des vis servant à la fixation de l'arceau sur les supports.

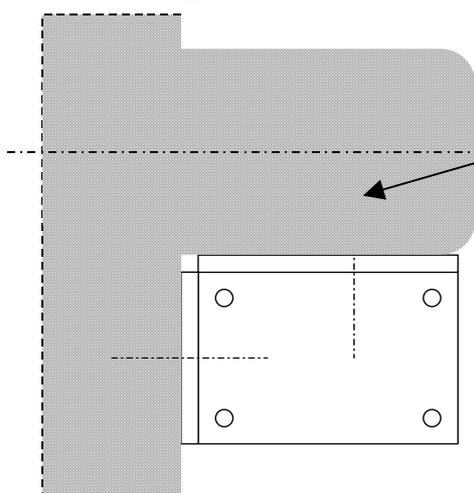
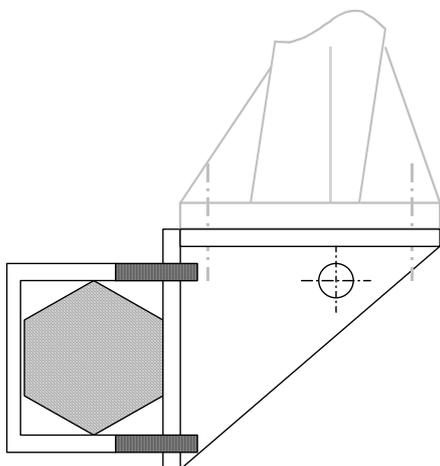
Pour la conception et la fixation des supports deux cas figure se présentent.

L'arceau calculé par le logiciel peut être fixé à la verticale de l'essieu arrière du tracteur au niveau des trompettes.

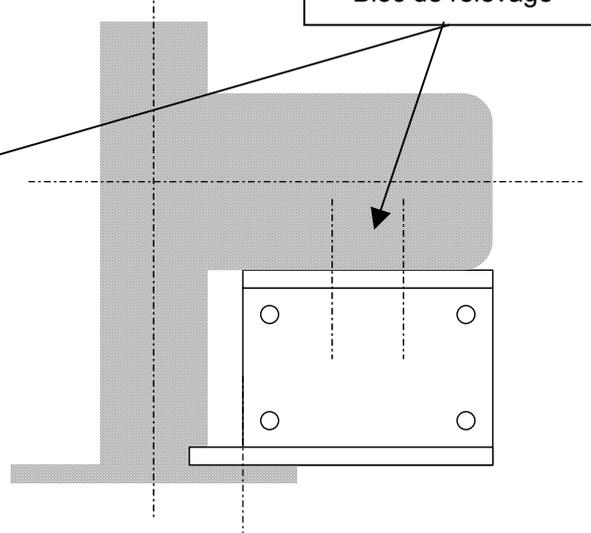
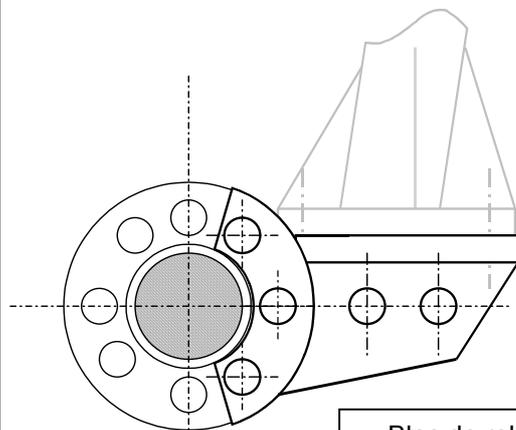
<p>Plusieurs solutions sont possibles en fonction des dimensions respectives des semelles de l'arceau par rapport aux trompettes du tracteur.</p> <p>Ces solutions sont aussi réalisables dans le cas de trompettes hexagonales</p>  <p>La plaque d'appui inférieure peut être remplacée par des brides</p>		
		
<p>Lorsque la surface d'appui de l'arceau est légèrement décentrée par rapport à la trompette du tracteur il est possible de réaliser un montage dissymétrique par l'intermédiaire du support fixé uniquement sur un côté de la trompette.</p> <p>Si le décalage de la surface d'appui est trop important ce montage n'est pas possible (utiliser les exemples du cas de figure suivant).</p>		

L'arceau calculé par le logiciel est décalé vers l'avant ou l'arrière par rapport à la verticale de l'essieu arrière du tracteur.

La fixation des supports doit se faire impérativement à la fois sur les trompettes et sur le tronc du tracteur (sur le bloc de relevage dans la majorité des cas pour un décalage vers l'arrière de la fixation).



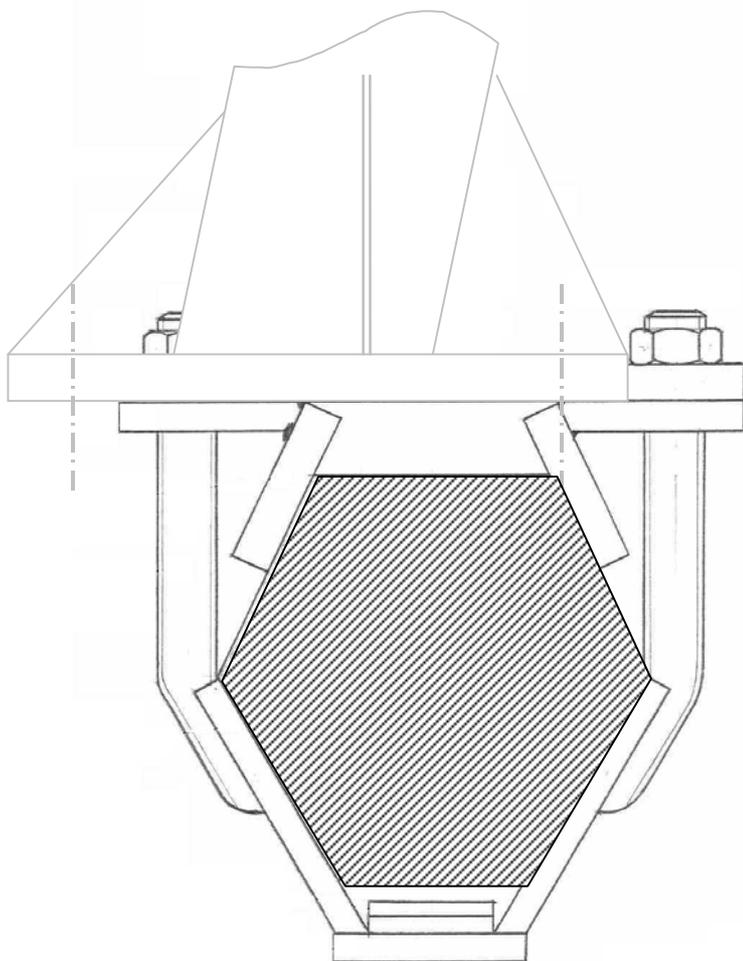
Exemple de fixation sur les trompettes et sur le bloc de relevage



Exemple de fixation sur les réducteurs et sur le bloc de relevage

Dans le cas de trompettes hexagonales ou présentant des surfaces d'appui réduites, il est essentiel que le support épouse au maximum le profil de la trompette pour éviter tout risque de rotation du support en cas de retournement.

Sur l'exemple réel ci-dessous le serrage de la bride permet d'obtenir un contact parfait sur 4 des faces de la trompette.

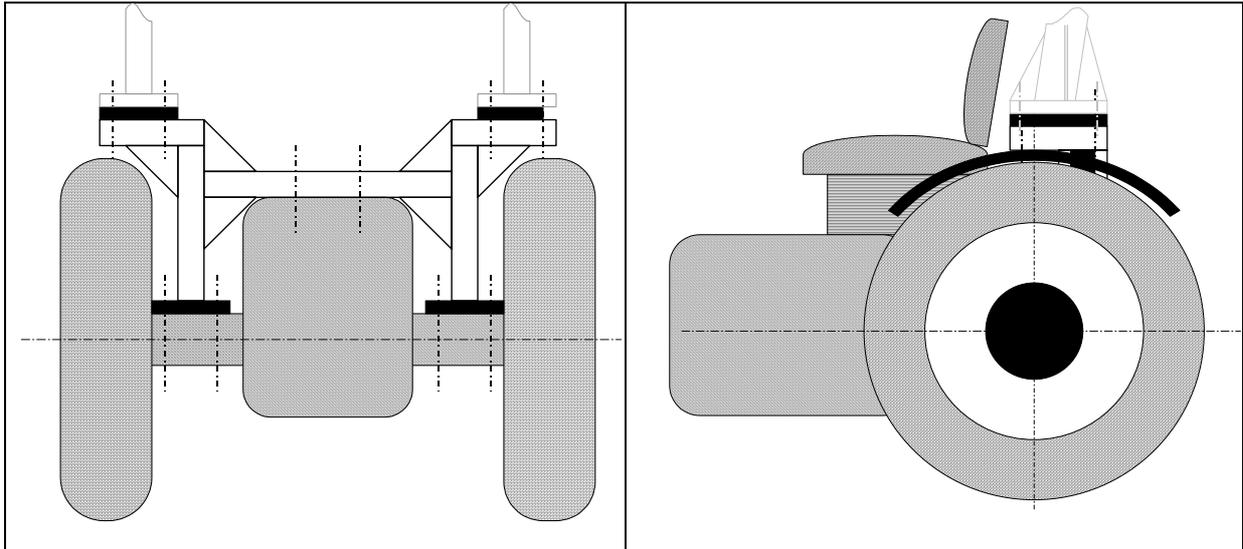


Cas particulier n° 1 :

Lorsque les trompettes sont cylindriques il est parfois possible de se fixer à leurs extrémités lorsqu'il existe des couronnes cylindriques pourvues de perçages en nombre suffisant : par exemple au niveau des réducteurs. Pour les montages à la verticale de l'essieu arrière, le support doit être en appui sur la trompette et maintenu à l'autre extrémité par une bride.

Cas particulier n° 2 :

Si la largeur disponible entre les ailes du tracteur n'est pas suffisante pour accueillir un arceau dont la largeur intérieure doit toujours être supérieure à 650 mm, il est parfois possible de créer un support qui positionne la surface d'appui de l'arceau au-dessus des roues. Les tubes servant à la réalisation de ce support doivent avoir une résistance à la flexion largement supérieure à celle des tubes constituant l'arceau.



4.3.2. Classe de qualité des vis utilisées

Pour ce qui est des vis de fixation, on utilisera impérativement des vis de qualité 10.9 à pas fin, c'est le type de vis qui est de rigueur pour les assemblages vissés précontraints.

4.3.3. Application du couple de serrage

L'application du couple de serrage se fera au minimum avec un outil de classe C, c'est-à-dire que la dispersion du couple appliqué doit être de 20% au maximum.

Pour la classification des outils de serrage, voir le tableau ci-dessous.

4.3.4. Classification des outils de serrage

(d'après la norme NF E 25-030)

Classe de précision du couple de serrage	Matériel			Utilisation
	Manuel portatif	Motorisé portatif	Motorisé fixe	
D (20% à 50%)		Clés à chocs simples		> 50 Nm
		Visseuses à crabots		< 50 Nm
C (10% à 20%)	Clés dynamométriques à déclenchement simple	Visseuses simples à calage pneumatique		< 10 Nm
		Visseuses simples à calage électrique		< 10 Nm
		Clés à choc à énergie emmagasinée		> 10Nm
		Clés à renvoi d'angle à calage		< 20Nm
			Moteurs pneumatiques simples	> 400 Nm
B (5% à 10%)	Clés dynamométriques à déclenchement à réarmement automatique Clés dynamométriques à lecture directe à cadran	Clés à renvoi d'angle à déclenchement	Visseuses hydrauliques	-
				< 800 Nm
				< 2000 Nm
				< 80 Nm
A (< 5%)	Clés dynamométriques électroniques		Moteurs pneumatiques à contrôle de couple	sans limitation
			Moteurs à pulsations	sans limitation
			Visseuses électriques	sans limitation
		Moteurs à deux vitesses	< 400 Nm	
		Moteurs asservis électroniquement	sans limitation	
			sans limitation	

5. AJOUT D'ACCESSOIRES SUR L'ARCEAU

Vous pouvez être amené à ajouter des accessoires divers sur l'arceau, tels que garde-boue ou gyrophares.

Si tel est le cas, vous ne toucherez jamais à la structure de l'arceau. C'est-à-dire qu'en aucun cas, il ne sera pratiqué de perçage dans les tubes constituant l'arceau. Les accessoires pourront par contre être fixés sur l'arceau au moyen de systèmes de pince par exemple.

6. ARCEAUX RABATABLES

6.1. Avertissements

La présence d'un arceau rabattable peut répondre aux besoins de certains utilisateurs, notamment pour accéder à des bâtiments bas ou pour travailler sous des branches basses. Toutefois plusieurs risques ont été identifiés lors de l'utilisation d'un tracteur équipé d'une telle structure de protection : retournement ou renversement du tracteur alors que l'arceau est rabattu et donc ne remplit pas sa fonction de protection, défaillance ou mauvaise utilisation du système de verrouillage, blessure lors de la manipulation de l'arceau.

C'est pourquoi, avant de concevoir, de mettre en place et d'utiliser le système décrit ci-après qui permet de plier l'arceau, il est nécessaire pour votre sécurité de prendre en compte les remarques suivantes :

- s'interroger sur la réelle nécessité de disposer d'un arceau rabattable en fonction des tâches effectuées ou de l'environnement dans lequel évolue le tracteur,
- confier la réalisation du système de pliage à une personne compétente, par exemple un professionnel de la construction mécanique,
- limiter cette possibilité aux tracteurs de masse inférieure à 3 tonnes et de voie minimale au plus égale à 1360 mm,
- apposer sur l'arceau de façon lisible et indélébile un avertissement à destination de l'utilisateur l'informant que seul l'arceau en position lui assure une protection en cas de retournement,



Exemple de pictogramme d'avertissement

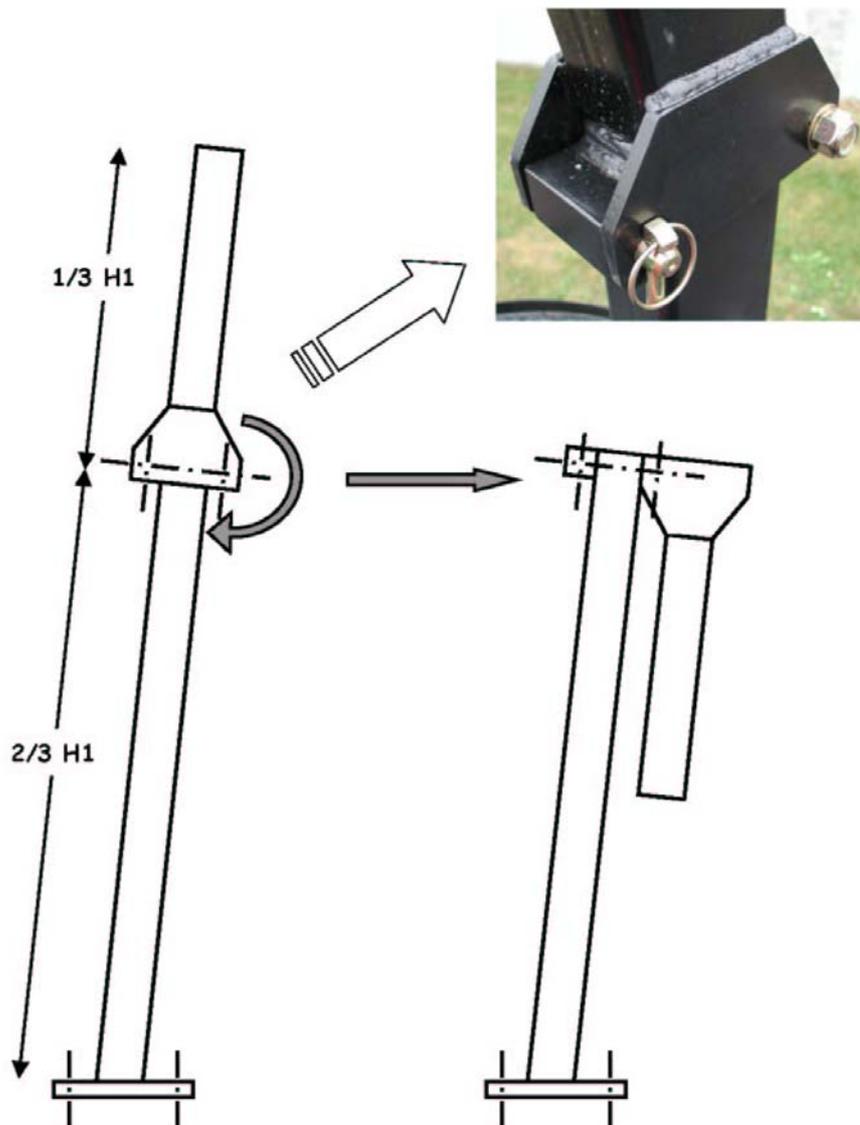
- n'utiliser l'abaissement du dispositif de protection que pour les opérations le nécessitant et dans cette configuration, prendre des mesures pour prévenir le risque de renversement ou de cabrage du tracteur, tels que la l'aménagement des zones de circulation et de travail, la réduction de sa vitesse et l'utilisation du tracteur par des personnes averties. Remettre l'arceau en position déployée dès que les conditions le permettent.

6.2. Réalisation

Le logiciel de calcul décrit aux paragraphes précédents est destiné à la conception d'arceaux arrière fixes mais il est possible, en respectant quelques règles techniques, d'utiliser les résultats du logiciel pour concevoir un arceau arrière rabattable.

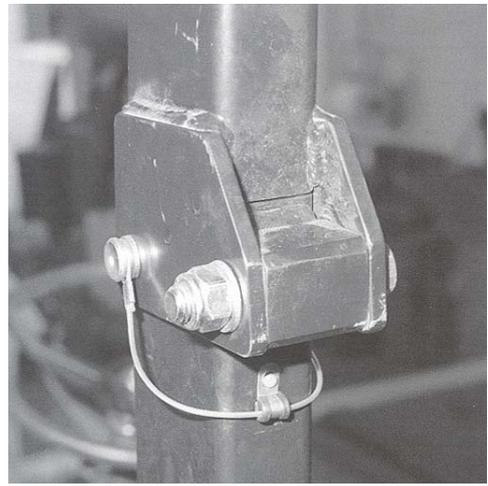
6.2.1. Schéma de principe

A partir des plans de fabrication issus du logiciel vous pouvez réaliser, selon le schéma de principe ci-dessous, un arceau dont la partie supérieure (maximum $1/3$ de la longueur totale de l'arceau) peut être rabattue vers l'arrière.

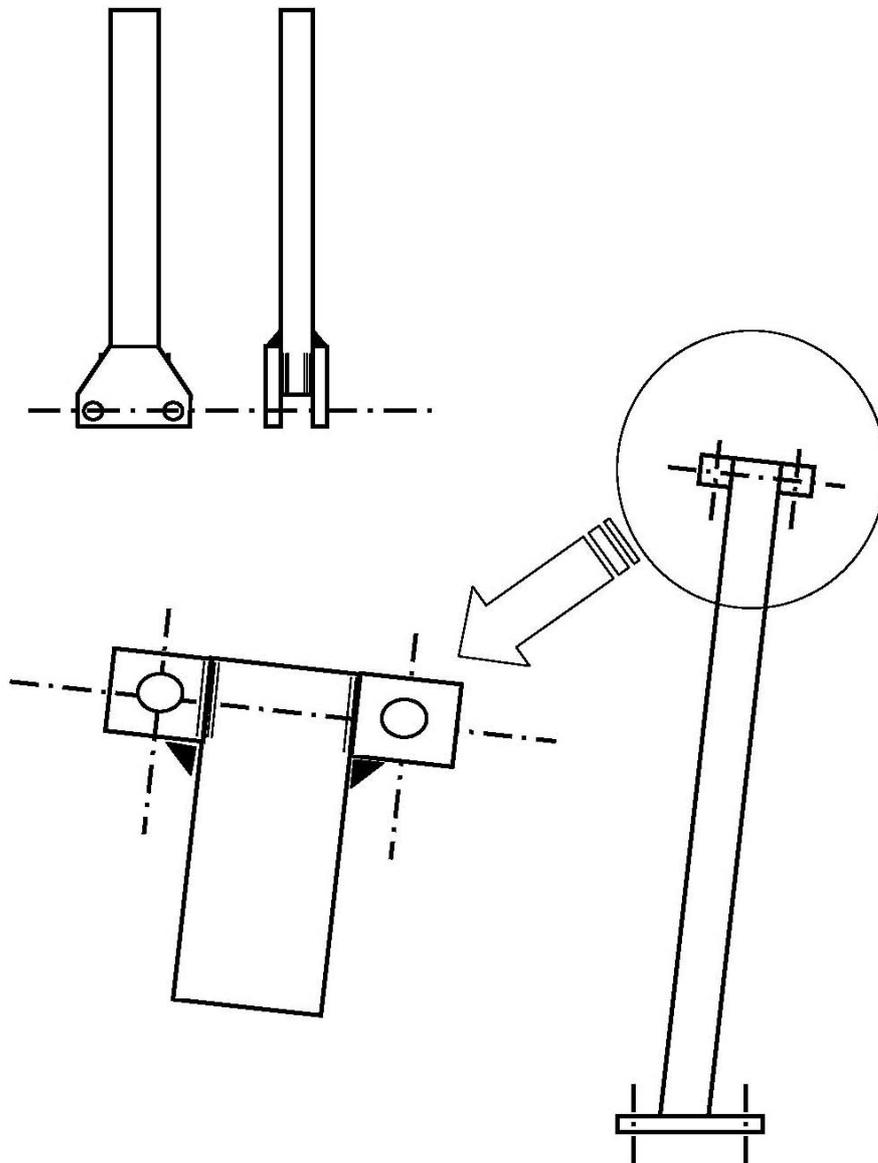


La liaison des deux parties de l'arceau doit être assurée sur l'arrière par deux vis de même diamètre que celles utilisées pour la fixation de l'arceau sur le tracteur.

Sur la partie avant il faut privilégier l'utilisation de goupilles de diamètre identique. Les deux goupilles doivent de type imperdable : c'est à dire qu'elles doivent être reliées à l'arceau, par un câble métallique par exemple. Les vis doivent être équipées d'écrous freinés.



Comme pour les autres parties de l'arceau les soudures des différentes parties du système permettant de rabattre l'arceau doivent être réalisées selon les règles de l'art (cf. chapitre 4.2).



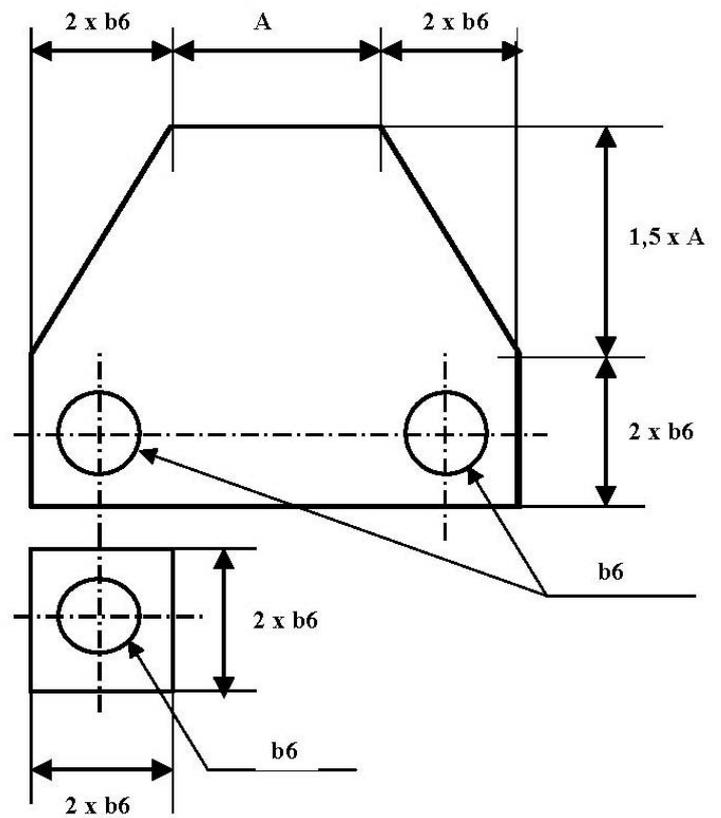
6.2.2. Plan de fabrication

Les différents éléments qui constituent le système permettant à l'arceau de se rabattre doivent être réalisés à partir des plans de détails ci-dessous dans les il faut reporter les cotes (A, b6 et B) issues du logiciel de calcul.

Les plaques supérieures seront réalisées en 4 exemplaires dans des plaques d'acier E24 (acier de construction) en épaisseur 10 mm.

Les carrés inférieurs seront aussi réalisés en 4 exemplaires en acier E24 et auront une longueur égale à la cote B (largeur des tubes constituant l'arceau).

Les vis et goupilles auront un diamètre égal à celui des vis de fixation de l'arceau .



7. MESSAGES D'ERREUR

Voici la liste des messages d'erreur que vous êtes susceptibles de rencontrer au cours de l'utilisation du logiciel.

7.1. Messages généraux

Message	Cause	Solution
Vous n'avez pas accepté les conditions d'utilisation du logiciel !	Vous avez cliqué sur sortir dans les informations relatives aux conditions d'utilisation	<ul style="list-style-type: none">- Soit votre tracteur répond effectivement aux conditions d'utilisation, alors cliquez sur « Entrée »- Soit votre tracteur n'y répond pas, quittez le programme. Celui-ci n'est pas conçu pour le type de tracteur que vous souhaitez équiper
Vous devez d'abord remplir le formulaire xxx !	Vous avez sauté des étapes dans la procédure de dimensionnement	Faites d'abord les étapes précédentes
Les données ne seront pas enregistrées ! Vous devrez recommencer la procédure !	Vous avez cliqué sur « Sortir » au lieu de « Valider »	<ul style="list-style-type: none">- Cliquez sur « OK » si vous ne voulez effectivement pas enregistrer les données- Cliquez sur « Annuler » puis sur « Valider » si vous souhaitez conserver les données
Toutes les rubriques ne sont pas remplies !	Il reste des lignes vides	Complétez toutes les lignes avant de cliquer sur « Valider »
Les données ne seront pas enregistrées !	Vous avez cliqué sur « Annuler »	<ul style="list-style-type: none">- Cliquez sur « OK » si vous ne voulez effectivement pas enregistrer les données- Cliquez sur « Annuler » puis sur « OK » si vous souhaitez conserver les données
Toutes les données ne sont pas saisies !	Il reste des données non saisies	Rentrez toutes les données avant de cliquer sur « Valider »
Veuillez choisir un tube dans la liste	Vous n'avez pas choisi de tube	Choisissez le tube que vous allez utiliser avant de cliquer sur « Valider »
Veuillez entrer le diamètre nominal des vis que vous aller utiliser	Vous n'avez pas choisi le diamètre des vis de fixation que vous allez utiliser	Choisissez un diamètre de vis dans le menu déroulant avant de cliquer sur « Valider »

7.2. Messages relatifs aux données

Message	Cause	Solution
La masse du tracteur doit être comprise entre 600 et 4500 kg	Vous avez entré une masse inférieure à 600 kg ou supérieure à 4500 kg	<ul style="list-style-type: none"> - Soit il s'agit d'une erreur de saisie, corrigez-la - Soit le tracteur ne rentre pas dans le domaine de validité du logiciel, stoppez immédiatement la procédure de dimensionnement
Cette donnée doit être un nombre positif	Vous avez rentré un nombre négatif	Entrez un nombre positif
La largeur minimale de l'arceau est de 650 mm	Vous avez rentré une largeur d'arceau inférieure à 650 mm	<ul style="list-style-type: none"> - Soit-il s'agit d'une erreur de saisie, corrigez-la - Soit le tracteur ne rentre pas dans le domaine de validité du logiciel, stoppez immédiatement la procédure de dimensionnement
Pour que le logiciel soit valide, il faut que la garde au sol soit inférieure à 1000 mm, or votre hauteur d'essieu est supérieure à 1000 mm. Est-ce que la garde au sol est inférieure à 1000 mm ?	Vous avez rentré une hauteur d'essieu supérieure à 1000 mm, cela est possible, mais une vérification est nécessaire	<ul style="list-style-type: none"> - Si la garde au sol du tracteur à équiper est supérieure à 1000 mm, ce logiciel n'est pas adapté, ne l'utilisez pas : répondez Non ! - Si la garde au sol du tracteur à équiper est inférieure à 1000 mm, continuez la procédure de dimensionnement
Dimensions non-standard	Il n'existe pas de tube dans cette catégorie	<ul style="list-style-type: none"> - Soit vous choisissez un autre tube dans la liste fournie qui vous permette d'avoir des vis de dimension acceptable - Soit vous prévoyez des semelles plus larges, et à ce moment là, vous allez mettre la nouvelle largeur des semelles que vous prévoyez sur la feuille (Saisie).
Ce type de solution conduit à des diamètres de vis trop importants	Les vis de fixation nécessaires pour ce système ont un diamètre trop important.	<ul style="list-style-type: none"> - Essayez d'autres tubes dans la liste proposée - Prévoyez de faire des semelles plus larges : rentrez la nouvelle largeur des semelles et réessayez.

8. FICHE DESCRIPTIVE DE PROBLEME

En cas de problèmes rencontrés en cours d'utilisation, nous vous remercions de nous renvoyer la fiche de renseignements suivante dûment complétée à l'adresse suivante :



Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales
Direction générale de la forêt et des affaires rurales
Sous-direction du travail et de l'emploi
19, avenue du Maine
75732 Paris Cedex 15

Ou par courrier électronique à l'adresse indiquée sur la page d'accueil.

Date : / / 20 .

Nom de la société :

Nom du contact :

Adresse :

Tél :

E-mail :

Données du cas étudié :

Masse du tracteur (kg) :	Ym (mm) :
Hauteur de l'essieu (mm) :	Zm (mm) :
Hauteur de la semelle (mm) :	Xsrp (mm) :
Largeur de l'arceau (mm) :	Ysrp (mm) :
	Zsrp (mm) :
Hauteur des renforts (mm) :	
Alpha (°) :	
Largeur de la	

Description du problème rencontré :