

Dispositif de collecte de feuilles sénescentes de jeunes arbres cultivés en taillis à courte rotation

Pascal Thiébeau¹, Francis Millon¹, René Guenon¹, Isabelle Bertrand¹

Résumé. La quantification des feuilles sénescentes de plantes de grandes cultures (i.e. céréales) est aisée parce qu'elles sont à taille humaine. Elle devient difficile lorsqu'il s'agit de plantes pérennes présentant des hauteurs importantes (i.e. arbres). De plus, des cultures de type taillis à courte rotation ou miscanthus présentent des densités de plantation très différentes de celles rencontrées en grandes cultures : elle est généralement inférieure à une plante par mètre carré ; ce qui rend possible, sous l'action d'agents climatiques (i.e. vent) la dispersion des feuilles, et ce d'autant plus lorsque les plantations sont récentes. Cet article a pour objectif de présenter un dispositif de mesures qui s'adapte à des densités de plantation et des hauteurs d'arbre différentes. Il a pour avantage de permettre une évaluation quantitative de la matière sèche sénescente en prenant en compte plusieurs arbres.

Mots clés : taillis à courte rotation, arbre, feuilles sénescentes, récolte

Introduction

Le suivi de la dynamique de croissance de grandes cultures (GC), par estimation de la masse sèche, est une donnée élémentaire pour renseigner les modèles de production et d'exportation de biomasse par ces cultures : l'objectif pour l'agriculteur étant, a priori ou a posteriori, de compenser les exportations d'éléments nutritifs liés à l'exportation de cette biomasse par des apports prévisionnels et/ou de corrections pour maintenir la fertilité des sols.

La production de biocarburants de seconde génération utilise des espèces végétales non alimentaires, à fort potentiel de production de biomasse, cultivées sur des espaces intéressants peu ou plus l'agriculture. La culture de ces espèces majoritairement ligneuses, doit néanmoins préserver la fertilité des sols et minimiser à la fois l'impact sur l'environnement et le coût de production. Une option pour atteindre cet objectif est de réduire au maximum les intrants et d'optimiser le recyclage des nutriments, en particulier via la chute des feuilles. Pour ce faire il est nécessaire de déterminer quelles sont les espèces les mieux adaptées en climat tempéré et présentant une croissance rapide sur des sols non adéquat pour une production agricole.

Parmi les espèces candidates pour produire cette biomasse figurent des arbres dont le potentiel de croissance à court (≤ 10 ans) ou très court (≤ 3 ans) terme est jugé comme « intéressant », mais dont on connaît peu de choses quant aux exportation/restitution de nutriments en cours de croissance et en milieu tempéré : il est donc difficile d'en connaître l'impact sur le stock et la dynamique des nutriments dans le sol. Si l'on sait assez bien estimer la production de biomasse présente lors de chaque récolte, ce qui l'est moins, c'est l'estimation de la matière sèche qui revient au sol entre deux récoltes. Cette biomasse aérienne constitue la principale source de carbone (C) et de nutriments entrant dans les sols, il est donc crucial de la quantifier le plus précisément possible.

Dans les écosystèmes forestiers, où les arbres sont plus âgés (> 30 ans), des pièges carrés (0,5 à 1 m² unitaire) sont généralement disposés de façon aléatoire à la surface du sol pour recueillir la matière sénescente (Bouriaud et al., 2003 ; Bréda, 2003 ; Duchesne et al., 2001). Au vu des jeunes arbres avec lesquels nous travaillons, et la

¹ INRA, UMR 614 Fractionnement des AgroRessources et Environnement, F-51100 Reims, France
thiebeau@reims.inra.fr

dispersion/dispersion rapide des feuilles tombées à la fin de l'hiver qui a suivi la première année de croissance, il nous a paru délicat de retenir ce moyen de collecte pour réaliser notre suivi quantitatif de la chute des feuilles. Nous avons donc mis au point un dispositif de mesure permettant de récolter l'intégralité de la matière sèche sénescence de placettes constituées de plusieurs arbres chacune, sans que ceux-ci s'en trouvent gênés dans leur croissance. En outre, après avoir présenté ce dispositif, qui permet de s'affranchir de plusieurs effets : « individu », « densité de plantation », dispersion de la biomasse sénescence par le vent ; et les plans de fabrication, nous présentons les résultats d'une campagne de mesures et faisons un retour de l'expérience acquise depuis 3 ans de mise en œuvre.

Matériels et Méthode

Le dispositif imaginé consiste en la réalisation de cages constituées de tubes d'acier carrés, de dimensions adaptables à différentes densités de plantations et hauteurs de plantes.

La structure des cages est composée d'éléments d'1,5 m de longueur (barre de liaison, Plan 1), assemblés par des jonctions intermédiaires (croisillons, Plan 2) et d'angles (Plan 3). Pour les ensembles constitués d'au moins deux barres de liaisons en hauteur (3 m), nous arrimons les cages au sol à l'aide de pieux de 25 cm de longueur (Plan 1), fixés au pied de chaque traverse verticale et enfoncé dans le sol jusqu'au contact de la première traverse horizontale.

L'ensemble des pièces est assemblé entre-elles à l'aide de boulons (\varnothing 6 mm x L 35 mm) munis d'écrous anti-desserrage.

Les cages sont ensuite habillées, verticalement, de filets utilisés habituellement pour protéger les arbres fruitiers des oiseaux, dont les mailles en losange (22 x 22 mm, 5,5 g/m²) permettent une bonne aération tout en empêchant les feuilles sénescences de s'envoler en dehors. Les filets sont fixés sur les montants de chaque structure à l'aide de colliers de serrage plastique (polyamide) de 140 mm de longueur minimum. Un accès à l'intérieur des cages est prévu à un angle bas des cages, en ne fixant pas le filet au montant vertical de la cage. Une longueur un peu plus importante que nécessaire permet de réaliser un petit rouleau vertical, dont le maintien est réalisé avec les bouts des colliers de serrage. Sur le sol, nous plaçons un filet de récolte (maille de 8 x 5 mm, 60 g/m²) ou une toile hors-sol (ou toile de paillage, 130 g/m²) afin d'éviter le contact de la matière sèche sénescence avec le sol et de faciliter l'évacuation des eaux de pluie ; le choix de l'un ou de l'autre dépend de la taille des feuilles à recueillir.

Présentation des dispositifs en place

Les deux sites que nous avons équipés depuis 3 ans comprennent des densités de plantation qui oscillent de 1400 à 9700 pieds/ha (**Tableau 1**).

Le site 1 de Saint Cyr en Val (45, Loiret, 47°49'51"N 1°58'13"E) est équipé de neuf cages de dimensions L. = 6 m, l. = 3 m, H. = 4,5 m (**Figure 1**). Le montage de chaque cage nécessite d'être à six ou sept personnes, notamment lorsqu'il faut ajouter des éléments en hauteur. En effet, pour ne pas voiler la structure, le montage de chaque niveau supplémentaire se réalise par le dessous : il faut donc lever du sol simultanément la structure déjà assemblée (une personne positionnée à chaque angle + une au milieu de chaque longueur pour une configuration de 6 m de longueur) afin de permettre à la septième personne d'ajouter un élément vertical tout autour de la cage. Par ailleurs, cela limite le poids soulevé par chaque personne puisque le poids total d'une cage assemblée dans cette configuration est d'environ 180 kg.

Tableau 1. *Espèces et densités de plantation sur chacun des sites support de notre travail*

	Espèces	Pieds/ha	Plantation (rang, inter-rang)	Ligne
Site 1 : Saint Cyr en Val, Loiret				
	Peuplier	1428	2 m x 3,5 m	Simple
	Peuplier	7272	1 m x 0,75 m	Double (espacement 2 m)
	Saule	9696	0,75 m x 0,75 m	Double (espacement 2 m)
Site 2 : Gyé sur Seine, Aube				
	Robinier	2500	2 m x 2 m	Simple
	Robinier	5000	1 m x 2 m	Simple

Compte tenu du mode de conditionnement des filets lorsqu'ils sont commercialisés, pour parvenir à ceinturer et fixer correctement le filet de haut en bas sans déformer les mailles, il faut fixer en haut de chaque cage plus de longueur de filet que ne mesure le périmètre de la cage. La longueur convenable consiste à utiliser le coefficient de 1,4 : pour une cage de 18 m de périmètre, il faut fixer (18 x 1,4) 25,2 m de longueur de filet, en laissant libre des boucles sur la traverse du haut (cf. **Figure 2**, cage de droite). Avant la pose, on pensera à mettre des repères de longueur sur le filet à l'aide d'une bombe de peinture, de telle manière qu'au terme de la première longueur de 6 m (par exemple), on ait bien fixé 8,4 m de longueur de filet.



Figure 1. *Dispositif de Saint Cyr en Val. Présentation d'une cage après récolte (en haut à gauche), positionnée sur TCR de saules (en haut à droite), TCR de peuplier densité 7300 pieds/ha (en bas à gauche) et densité 1400 pieds/ha (en bas à droite).*

Le site 2 se trouve à Gyé sur Seine (10, Aube, 48°01'48"N 4°25'45"E). Il est équipé de six cages de dimensions L. = 6 m, l. = 1,5 m, H. = 1,5 m (**Figure 2**). Ces cages ne comprenant qu'un seul élément en hauteur, il n'est pas nécessaire de les équiper de pieux d'arrimage.



Figure 2. Dispositif de Gyé sur Seine sur robinier planté à 2500 pieds/ha (à gauche) et 5000 pieds/ha (à droite).

Le dispositif de récolte de la matière sèche sénescente au sol (filet ou toile hors-sol) est positionné en dernier, lorsque la position de la cage est définitive (**Figure 3**).



Figure 3. Récolte des feuilles selon les deux modalités de couverture du sol : toile hors-sol (à gauche) ou filet de récolte (à droite).

Résultats et discussion

Ces dispositifs permettent de quantifier précisément l'intégralité de la dynamique de sénescence des traitements concernés (**Figure 4**), sans apport de matière sénescente extérieure aux placettes étudiées ; ce qui constitue une amélioration significative des pratiques rencontrées dans la littérature. En général, les prélèvements de biomasse sénescente sont réalisés de manière aléatoire, avec des bacs de collectes d'1 m² au plus (Bouriaud et al., 2003 ; Duchesne et al., 2001) et pas forcément sur l'ensemble de la période de sénescence qui peut débuter très tôt en saison selon les conditions climatiques et la réserve utile en eau du sol.

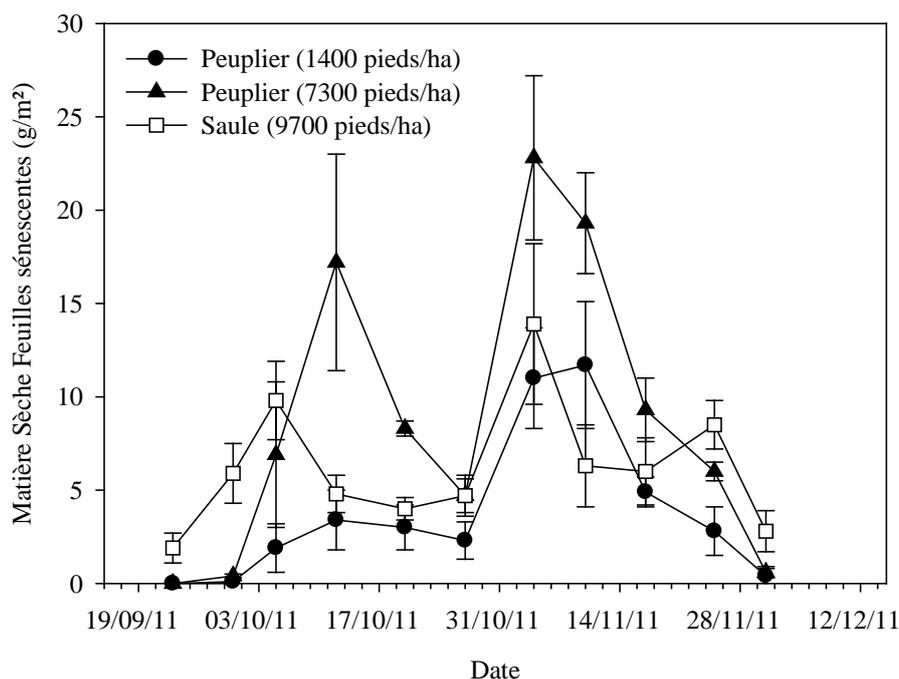


Figure 4. Exemple de dynamique de sénescence foliaire recueillie sous taillis de peuplier et de saule.

La prise en compte, dans ce dispositif, de plusieurs arbres permet également de réduire l'hétérogénéité des mesures qui sont importantes lorsqu'elles se font sur un seul arbre. Enfin, sur chaque site, 3 à 4 répliquats ont été implantés par traitement, ce qui permet de lisser les écarts de mesures liés à la variabilité du sol.

Retour d'expérience

Depuis septembre 2011, date à laquelle les premières cages ont été montées, nous n'avons pas eu à modifier la structure de montage ou l'arrimage au sol des cages et ce malgré des conditions climatiques difficiles (hiver neigeux et venteux). Similairement, les filets verticaux posés depuis cette date n'ont pas fait l'objet de remplacement et ne seront pas remplacés d'ici le printemps 2014, leur durée de vie est donc de 3 ans minimum. Nous avons eu à remplacer quelques colliers de fixation, le vent ayant déchiré les mailles utilisées par les colliers.

Au cours de ces suivis, nous avons adapté le filet positionné au sol en fonction des espèces d'arbres et plus spécifiquement de la taille des feuilles sèches. Par exemple, une toile « hors-sol » (Figure 3, à gauche) a été posée sur les traitements saule et robinier. Ceci a, par ailleurs, permis de gagner du temps sur l'opération de récolte puisque la toile permet l'utilisation d'une balayette pour cette opération de récolte.

En dehors de la période de sénescence, les dispositifs au sol (filet ou toile) sont roulés des côtés extérieurs vers le centre, pour d'une part, permettre la restitution, en fin d'hiver, de la matière sèche sèches récoltée : on s'affranchit ainsi d'un effet « exportation » sur la saison de croissance à venir. D'autre part, cela évite, dans les situations avec toile, un réchauffement plus important du sol au printemps, avec les conséquences qui peuvent en découler (réchauffement accru du sol par les rayons du soleil en l'absence d'un feuillage fermé, induisant une augmentation de la minéralisation de la matière organique du sol et de la libération d'azote, favorisant un démarrage plus rapide des arbres de la placette par rapport au reste du dispositif).

Nous avons également été amenés à déplacer plusieurs cages. Ceci a été réalisé selon l'une des deux modalités suivantes :

- pour des arbres de hauteur < 2 m, les cages ont été soulevées à six personnes et déplacées sur la même ligne ou une ligne adjacente sans aucune préparation sur les cages ;
- pour des arbres de hauteur > 2 m, les côtés adjacents de la cage ont été démontés partiellement sur les deux niveaux du bas (axe vertical et traverses horizontales) selon l'objectif de transfert : pour un transfert sur la même ligne de plantation, les largeurs ont été démontées, tandis que pour un transfert sur une ligne adjacente, ce sont les montants des longueurs qui ont été retirés. Dans chaque situation, les colliers de fixation du filet de protection ont été préalablement coupés et le filet enroulé vers le haut.

Conclusions et perspectives

Ce dispositif de mesure permet une évaluation quantitative de la matière sénescence et donne une représentation fidèle des placettes d'arbres étudiés. Il s'adapte à différentes configurations de plantation, et peut être adapté à des arbres plus grands que ceux étudiés lors de nos situations expérimentales.

Le matériau de construction (acier) peut être remplacé par de l'aluminium afin d'alléger le poids de la cage (d'environ 60%). Mais la structure plus légère risque de se déformer plus facilement lors de déplacements et d'être plus sensible aux vents ; Il faudrait alors prévoir une fixation au sol à l'aide de filins en acier inoxydable et de tendeurs. Enfin, nous envisageons de réutiliser ce dispositif sur d'autres sites d'étude.

Références bibliographiques

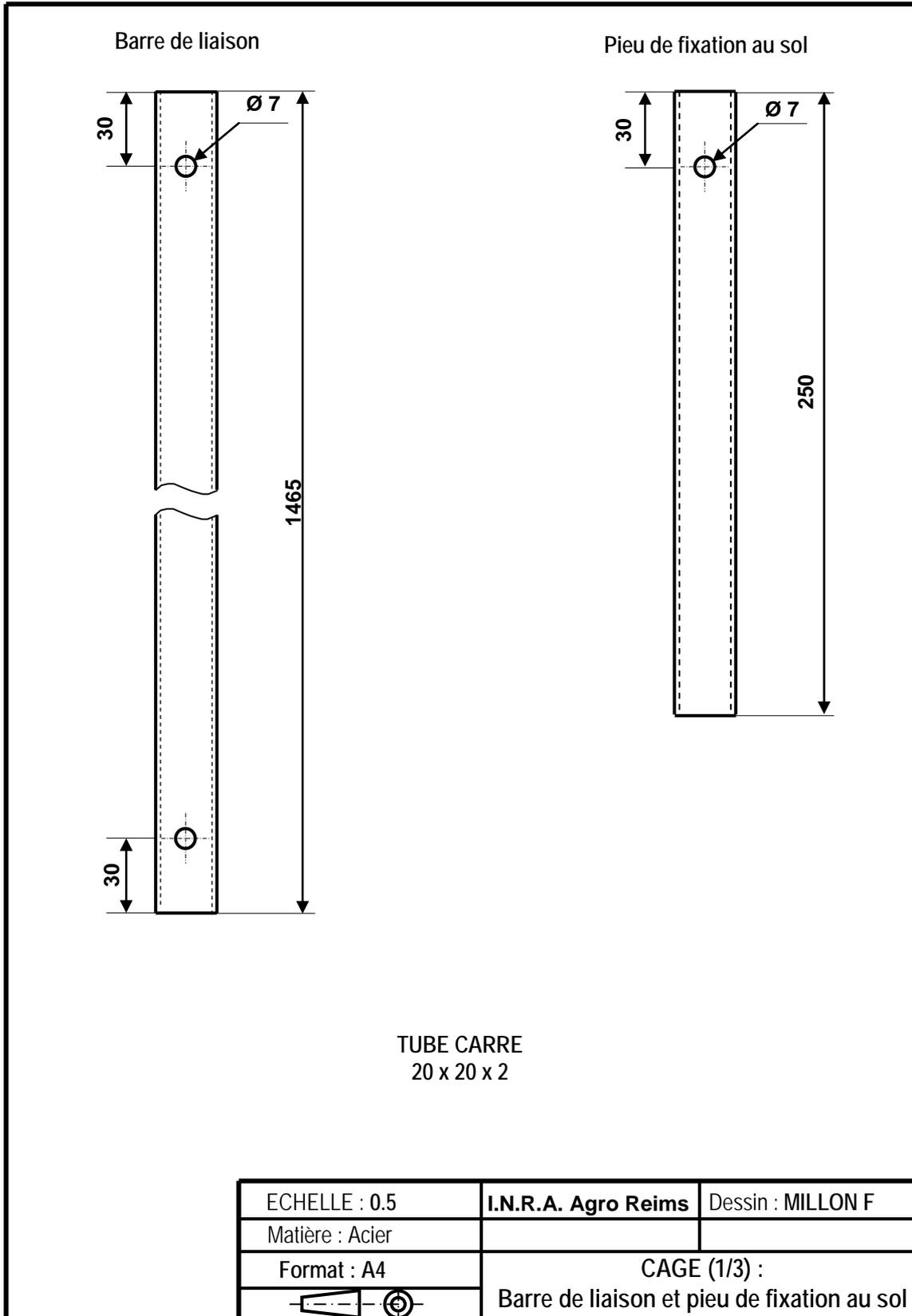
Bouriaud O, Soudani K, Bréda N (2003) Leaf area index from litter collection: impact of specific leaf area variability within a beech stand. *Can J Remote Sensing* **29** (3): 371-380.

Breda NJJ (2003) Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. *J Exp Bot* **54** (392): 2403-2417.

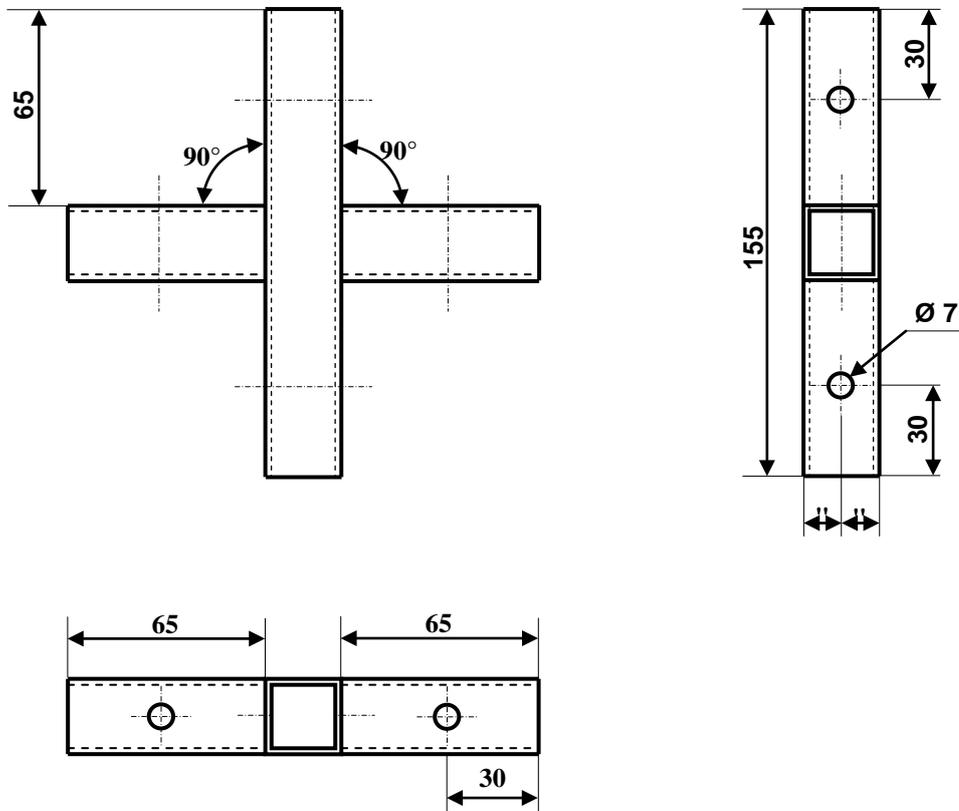
Duchesne L, Ouimet R, Camiré C, Houle D (2001) Seasonal nutrient transfer by foliar resorption, leaching, and litter fall in a northern hardwood forest at Lake Clair Watershed, Quebec, Canada. *Can J For Res*. **31**: 333-344.

Annexe : Trois plans de cage (cf. pages suivantes)

Plan 1



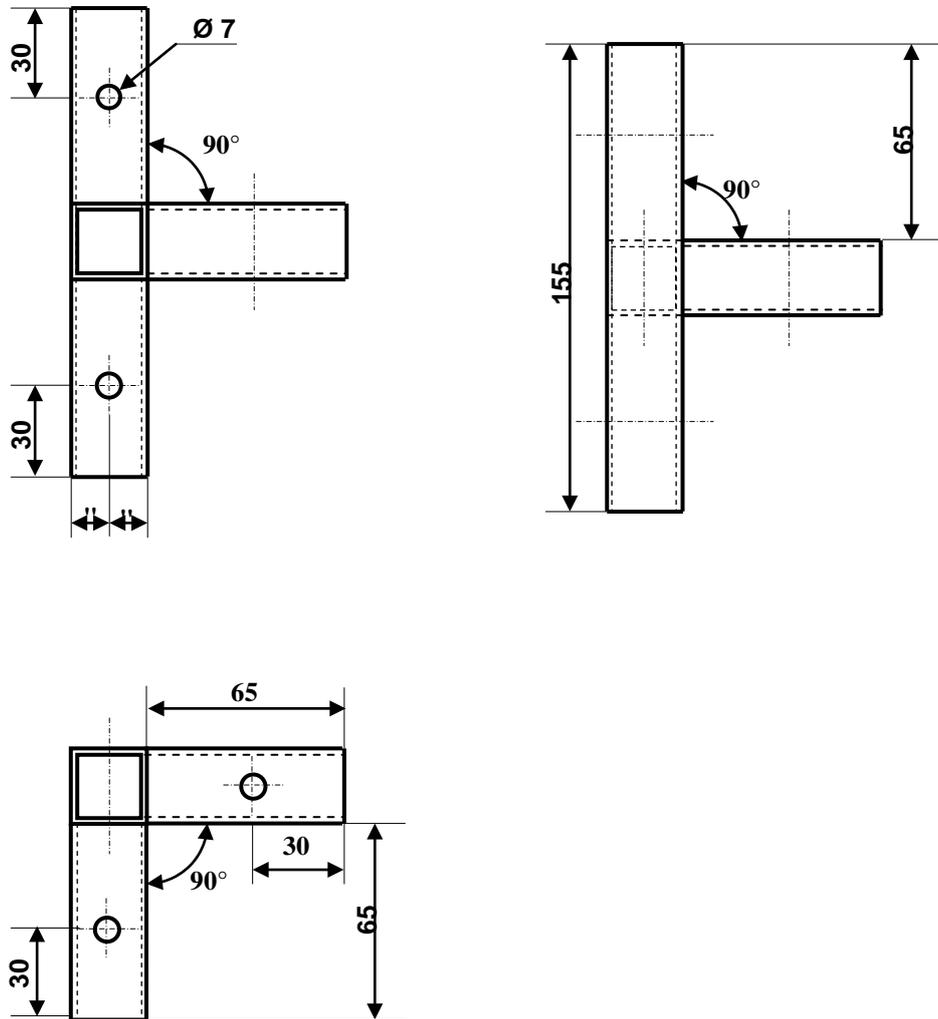
Plan 2



TUBE CARRE
 25 x 25 x 2
 Assemblé par soudage en
 respectant les angles de 90°

ECHELLE : 0.5	I.N.R.A. Agro Reims	Dessin : MILLON F
Matière : Acier		
Format : A4	CAGE (2/3) : Jonction Intermédiaire (Crosillon)	

Plan 3



TUBE CARRE
 25 x 25 x 2
 Assemblé par soudage en
 respectant les angles de 90°

ECHELLE : 0.5	I.N.R.A. Agro Reims	Dessin : MILLON F
Matière : Acier		
Format : A4	CAGE (3/3) : Jonction d'Angle	