

# ANCRE À PIED

## SYSTÈME DE LEVAGE HÉMISPHERIQUE

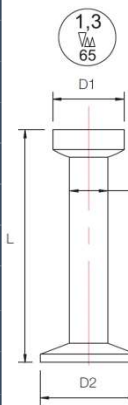


Mise à jour du 12/11/2024

### Présentation

- L'ancre à pied fait partie de la gamme de produit des ancrs Artéon : destinée au levage des éléments préfabriqués en usine ou sur chantier.
- Toutes nos ancrs à pied sont certifiées CE.
- Par ailleurs, nos produits sont contrôlés afin de vérifier leur conformité et ainsi assurer la sécurité avant leur mise sur le marché.
- Les ancrs sont en acier brut de nuance S355JO.
- Elles peuvent être disponibles brutes, électrozinguées, galvanisées (nous consulter) et sur demande en acier inoxydable.

### Charges admissibles et dimensions

| Catégorie | 1.3 T | 2.5 T | 5 T | 7,5 T | 10 T | 15 T | 20 T | 32 T |  |
|-----------|-------|-------|-----|-------|------|------|------|------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| D mm      | 10    | 14    | 20  | 24    | 28   | 34   | 38   | 50   |                                                                                       |
| D1 mm     | 18    | 25    | 36  | 46    | 47   | 69   | 69   | 88   |                                                                                       |
| D2 mm     | 25    | 35    | 50  | 60    | 70   | 85   | 98   | 135  |                                                                                       |
| L mm      | 35    | 45    | 75  | 120   | 115  | 165  | 200  | 200  |                                                                                       |
|           | 40    | 55    | 85  | 140   | 135  | 200  | 240  | 500  |                                                                                       |
|           | 50    | 65    | 95  | 165   | 150  | 300  | 250  | 700  |                                                                                       |
|           | 55    | 75    | 120 | 200   | 170  | 400  | 340  |      |                                                                                       |
|           | 65    | 85    | 180 | 240   | 200  |      | 500  |      |                                                                                       |
|           | 85    | 120   | 240 | 300   | 250  |      |      |      |                                                                                       |
|           | 120   | 170   | 340 |       | 340  |      |      |      |                                                                                       |
|           | 170   | 240   |     |       |      |      |      |      |                                                                                       |
|           |       | 280   |     |       |      |      |      |      |                                                                                       |
|           |       |       |     |       |      |      |      |      |                                                                                       |
|           |       |       |     |       |      |      |      |      |                                                                                       |
|           |       |       |     |       |      |      |      |      |                                                                                       |

### Coefficient de sécurité

- Le coefficient de sécurité sur les ancrages est de 3 vis-à-vis de la rupture de l'acier. Le coefficient d'épreuve statique est de 1.5 sans déformation de la pièce. Le coefficient de sécurité préconisé sur l'ancrage vis-à-vis de l'arrachement du béton est de 2,5 minimum.
- Les ancrages utilisés plus de 10 fois ne doivent pas être sollicités à plus de 0,6 fois leur charge maximale d'utilisation.
- La charge maximale d'utilisation d'une ancre est gravée sur sa tête.

### Précautions à prendre lors de la mise en place des ancrages et du levage

- Toujours implanter les ancrages en fonction du centre de gravité de la pièce.
- Ne jamais souder les ancrages ni agrandir l'empreinte laissée dans le béton par la réservation.
- Toujours utiliser les réservations hémisphériques prévues à cet effet.
- Les ancrages doivent être légèrement en retrait par rapport à la surface du béton (retrait généré par la réservation).
- Au moment du levage, consulter notre fiche d'utilisation des anneaux indiquant les conditions d'emploi et de sécurité.
- L'ensemble des hypothèses prises en compte dans le dimensionnement des ancrages doivent être strictement respectés.

### Déterminations des efforts appliqués aux ancrages

Pour déterminer les efforts appliqués aux ancrages, il faut tenir compte des paramètres suivants :

- poids de la pièce
- adhérence au moule
- moyen de levage qui implique un coefficient dynamique
- angle d'élingage
- nombre et position des points de levage (nombre de points efficaces).

#### 1. Poids de la pièce préfabriquée

Le poids à prendre en compte dans les calculs est le poids réel de la pièce, additionné du poids des éléments qui seront levés avec elle (coffrage, éléments préassemblés...).

#### 2. Adhérence au coffrage

L'effort d'adhérence  $q_{adh}$  se manifeste lors du décoffrage de la pièce ; il est fonction du type de moule utilisé et est défini dans le tableau ci-dessous :

| <ul style="list-style-type: none"> <li>- La surface à prendre en compte dans les calculs est la surface de béton encore en contact avec le moule lors du décoffrage.</li> <li>- Pour des surfaces de béton matricées, ces efforts d'adhérence seront plus importants que dans le tableau et devront être calculés à part.</li> <li>- Dans certains cas particuliers, l'effort d'adhérence peut être nul : pièces précontraintes, pièces coulées dans un coffrage perdu...</li> </ul> | Type de coffrage                     | $q_{adh}$           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Coffrage en acier ou plastique huilé | 1 kN/m <sup>2</sup> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Coffrage en bois vernis huilé        | 2 kN/m <sup>2</sup> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Coffrage en bois rugueux             | 3 kN/m <sup>2</sup> |

### 3. Efforts dynamiques

Lors du levage et du déplacement des pièces préfabriquées, les ancrages sont soumis à des efforts dynamiques. Ces efforts dépendent du type d'engin de levage utilisé et sont pris en compte via un coefficient dynamique défini dans le tableau ci-dessous :

| Engin de levage                             | coefficient dynamique ( $\psi_{dyn}$ ) |
|---------------------------------------------|----------------------------------------|
| Grue fixe ou sur rails, vitesse < 1m/s      | 1.15                                   |
| Grue fixe ou sur rails, vitesse > 1m/s      | 1.30                                   |
| Pont roulant, vitesse < 1m/s                | 1.15                                   |
| Pont roulant, vitesse > 1m/s                | 1.60                                   |
| Levage et déplacement sur terrain plat      | 2                                      |
| Levage et déplacement sur terrain accidenté | 4                                      |

Dans les autres cas, le coefficient dynamique sera évalué par une personne qualifiée.

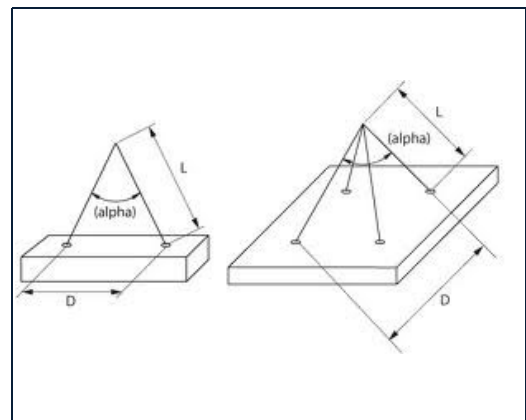
### 4. Angle d'élingage

- Si les élingues ne sont pas verticales lors du levage, l'effort dans les ancrages est pondéré par le coefficient d'élingage repris dans le tableau ci-contre.
- Ce coefficient dépend de l'angle  $\alpha$  qui est l'angle au sommet des 2 élingues diamétralement opposées
- Avec  $D$  = distance entre les deux ancrages diamétralement opposés.

| Angle $\alpha$ | Longueur d'élingue $L$ | Coefficient d'élingage ( $\psi_e$ ) |
|----------------|------------------------|-------------------------------------|
| 0°             | -                      | 1                                   |
| 30°            | 2 D                    | 1.04                                |
| 45°            | 1.3 D                  | 1.08                                |
| 60°            | D                      | 1.16                                |
| 90°            | 0.7 D                  | 1.42                                |
| 120°           | 0.6 D                  | 2                                   |

### 5. Nombre de points de levage efficaces

- Dans un système statique, la répartition des charges dans les élingues dépend de la position des points d'ancrage et de la tension dans les élingues ; en effet, si les points ne sont pas parfaitement symétriques ou si les élingues ne sont pas toutes de la même longueur, certaines ne seront pas tendues. C'est pourquoi, lors de l'utilisation d'élingues 4 brins, seuls 2 points de levage efficaces sont pris en compte dans le dimensionnement.
- Tous les points de levage mis en place sont considérés dans le calcul lors de l'utilisation d'un système permettant de répartir les charges sur tous les ancrages (palonnier équilibreur, élingues avec poulies...)



## 6. Détermination des efforts appliqués aux ancrages

- Les efforts  $E_d$ , doivent être calculés selon la formule suivante :

$$E_d = \frac{(G + q_{adh} \cdot A_f) \cdot \psi_{dyn} \cdot \psi_e}{N_{eff}}$$

Avec :

- $G$  : Poids de la pièce (kN)
- $Q_{adh}$  : Adhérence (kN/m<sup>2</sup>)
- $A_f$  : Surface coffrée (m<sup>2</sup>)
- $\psi_{dyn}$  : Coefficient dynamique
- $\psi_e$  : Coefficient d'élingage
- $N_{eff}$  : Nombre de points efficaces

- Il est parfois nécessaire de calculer les efforts appliqués aux ancrages à différents stades de fabrication pour définir le cas le plus défavorable et choisir les ancrages adaptés (manutention usine, levage sur chantier, relevage...).

## 7. Conclusion

- La charge maximale d'utilisation de l'ancre à pied ainsi que sa résistance à l'arrachement (voir ci-après) doivent toujours être supérieures à  $E_d$ .
- La résistance béton lors des différentes étapes de levage (en usine et sur chantier) doit être prise en compte pour le choix de la taille et du type d'ancrage.
- Le choix de l'ancrage et la vérification de sa résistance vis-à-vis de l'arrachement béton doivent être faites par une personne qualifiée.

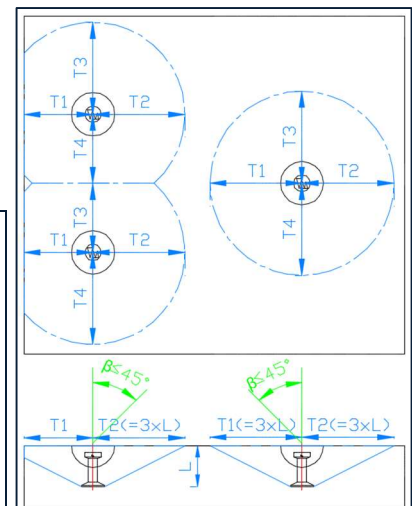
## Résistance à l'arrachement des ancrs (traction)

Lorsqu'elle est soumise à de la traction ( $\beta \leq 45^\circ$ ), une ancre à pied travaille à l'arrachement d'un cône de compression béton : plus le cône est important, plus l'ancrage est résistant. Il faut systématiquement vérifier que la résistance à l'arrachement vis-à-vis du béton soit supérieure à  $E_d$  via la 3<sup>ème</sup> formule du Docteur Haeussler :

$$F_{max} = (0,217 \times \left(\frac{L}{10}\right)^2 \times \sqrt{\sin\left(\frac{30 \times T_1}{L}\right)} \times \sqrt{\sin\left(\frac{30 \times T_2}{L}\right)} \times \sqrt{\sin\left(\frac{30 \times T_3}{L}\right)} \times \sqrt{\sin\left(\frac{30 \times T_4}{L}\right)} \times (f_c / 100)^{0,67} / 2,5$$

Avec :

- $L$  : Longueur de l'ancre (mm)
- $T_x$  : Rayon du cône d'arrachement (mm)
- nota :  $T_x$  toujours  $\leq 3 \times L$
- $f_c$  : Résistance du béton lors de l'utilisation de l'ancre (MPa)



Nota : Pour les ancrs à pied, La résistance du béton minimale est de **10 MPa**.

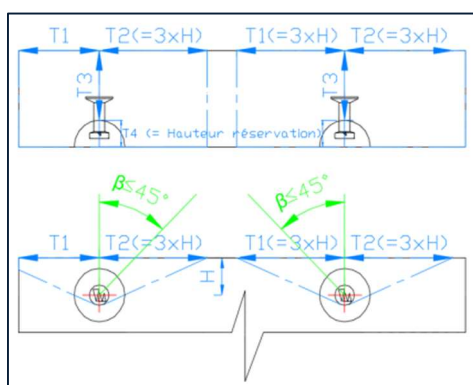
Le tableau ci-dessous indique, pour un béton donné, la résistance à la traction des ancrs à pied **dans le cas d'un cône d'arrachement complet ( $T_1=T_2=T_3=T_4=3xL$ )** :

| Ancre     |       | Charge admissible (T) pour une résistance de béton donnée (MPa) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------|-------|-----------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| force (T) | L(mm) | 10                                                              | 12   | 14   | 16   | 18   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   |
| 1,3       | 35    | 0,23                                                            | 0,26 | 0,28 | 0,31 | 0,34 | 0,36 | 0,42 | 0,47 | 0,53 | 0,58 |
|           | 40    | 0,30                                                            | 0,34 | 0,37 | 0,41 | 0,44 | 0,47 | 0,55 | 0,62 | 0,69 | 0,75 |
|           | 50    | 0,46                                                            | 0,52 | 0,58 | 0,64 | 0,69 | 0,74 | 0,86 | 0,97 | 1,07 | 1,17 |
|           | 55    | 0,56                                                            | 0,63 | 0,70 | 0,77 | 0,83 | 0,89 | 1,04 | 1,17 | 1,30 | 1,30 |
|           | 65    | 0,78                                                            | 0,89 | 0,98 | 1,07 | 1,16 | 1,25 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 |
|           | 85    | 1,30                                                            | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 |
|           | 120   | 1,30                                                            | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 |
|           | 170   | 1,30                                                            | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 |
| 2,5       | 45    | 0,38                                                            | 0,42 | 0,47 | 0,51 | 0,56 | 0,60 | 0,69 | 0,78 | 0,87 | 0,95 |
|           | 55    | 0,56                                                            | 0,63 | 0,70 | 0,77 | 0,83 | 0,89 | 1,04 | 1,17 | 1,30 | 1,42 |
|           | 65    | 0,78                                                            | 0,89 | 0,98 | 1,07 | 1,16 | 1,25 | 1,45 | 1,64 | 1,81 | 1,98 |
|           | 75    | 1,04                                                            | 1,18 | 1,31 | 1,43 | 1,55 | 1,66 | 1,93 | 2,18 | 2,42 | 2,50 |
|           | 85    | 1,34                                                            | 1,51 | 1,68 | 1,84 | 1,99 | 2,13 | 2,48 | 2,50 | 2,50 | 2,50 |
|           | 120   | 2,50                                                            | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 |
|           | 170   | 2,50                                                            | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 |
|           | 240   | 2,50                                                            | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 |
|           | 280   | 2,50                                                            | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 |
| 5         | 75    | 1,04                                                            | 1,18 | 1,31 | 1,43 | 1,55 | 1,66 | 1,93 | 2,18 | 2,42 | 2,64 |
|           | 85    | 1,34                                                            | 1,51 | 1,68 | 1,84 | 1,99 | 2,13 | 2,48 | 2,80 | 3,10 | 3,39 |
|           | 95    | 1,67                                                            | 1,89 | 2,10 | 2,29 | 2,48 | 2,66 | 3,09 | 3,50 | 3,88 | 4,24 |
|           | 120   | 2,67                                                            | 3,02 | 3,35 | 3,66 | 3,96 | 4,25 | 4,94 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
|           | 180   | 5,00                                                            | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
|           | 240   | 5,00                                                            | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
|           | 340   | 5,00                                                            | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| 7,5       | 100   | 1,86                                                            | 2,10 | 2,33 | 2,54 | 2,75 | 2,95 | 3,43 | 3,87 | 4,30 | 4,70 |
|           | 120   | 2,67                                                            | 3,02 | 3,35 | 3,66 | 3,96 | 4,25 | 4,94 | 5,58 | 6,19 | 6,76 |
|           | 160   | 4,75                                                            | 5,37 | 5,95 | 6,51 | 7,04 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 |
|           | 165   | 5,05                                                            | 5,71 | 6,33 | 6,92 | 7,49 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 |
|           | 200   | 7,42                                                            | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 |
|           | 240   | 7,50                                                            | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 |
|           | 300   | 7,50                                                            | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 | 7,50 |

| Ancre     |       | Charge admissible (T) pour une résistance de béton donnée (MPa) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------|-------|-----------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| force (T) | L(mm) | 10                                                              | 12    | 14    | 16    | 18    | 20    | 25    | 30    | 35    | 40    |
| 10        | 115   | 2,45                                                            | 2,77  | 3,07  | 3,36  | 3,64  | 3,90  | 4,53  | 5,12  | 5,68  | 6,21  |
|           | 135   | 3,38                                                            | 3,82  | 4,24  | 4,63  | 5,01  | 5,38  | 6,25  | 7,06  | 7,83  | 8,56  |
|           | 150   | 4,18                                                            | 4,72  | 5,23  | 5,72  | 6,19  | 6,64  | 7,71  | 8,72  | 9,67  | 10,00 |
|           | 170   | 5,36                                                            | 6,06  | 6,72  | 7,35  | 7,95  | 8,53  | 9,91  | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
|           | 200   | 7,42                                                            | 8,39  | 9,30  | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
|           | 250   | 10,00                                                           | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
|           | 340   | 10,00                                                           | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 | 10,00 |
| 15        | 165   | 5,05                                                            | 5,71  | 6,33  | 6,92  | 7,49  | 8,04  | 9,33  | 10,55 | 11,70 | 12,79 |
|           | 200   | 7,42                                                            | 8,39  | 9,30  | 10,17 | 11,01 | 11,81 | 13,72 | 15,00 | 15,00 | 15,00 |
|           | 300   | 15,00                                                           | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 |
|           | 400   | 15,00                                                           | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 15,00 |
| 20        | 200   | 7,42                                                            | 8,39  | 9,30  | 10,17 | 11,01 | 11,81 | 13,72 | 15,50 | 17,18 | 18,79 |
|           | 240   | 10,69                                                           | 12,08 | 13,39 | 14,65 | 15,85 | 17,01 | 19,75 | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
|           | 250   | 11,60                                                           | 13,11 | 14,53 | 15,89 | 17,20 | 18,45 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
|           | 340   | 20,00                                                           | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
|           | 500   | 20,00                                                           | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
| 32        | 200   | 7,42                                                            | 8,39  | 9,30  | 10,17 | 11,01 | 11,81 | 13,72 | 15,50 | 17,18 | 18,79 |
|           | 500   | 32,00                                                           | 32,00 | 32,00 | 32,00 | 32,00 | 32,00 | 32,00 | 32,00 | 32,00 | 32,00 |
|           | 700   | 32,00                                                           | 32,00 | 32,00 | 32,00 | 32,00 | 32,00 | 32,00 | 32,00 | 32,00 | 32,00 |

### Résistance à l'arrachement des ancrs (cisaillement)

Lorsqu'elle est soumise à du cisaillement, une ancre à pied travaille également à l'arrachement d'un cône de compression béton, qu'il faut toujours vérifier à l'aide de la 3ème formule du Docteur Haeussler : la formule reste la même mais les paramètres sont modifiés (la longueur de l'ancre n'intervient plus dans le calcul).



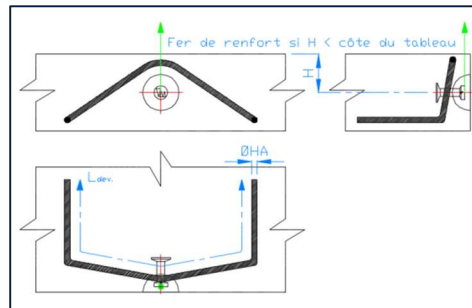
$$F_{max} = (0,217 \times \left(\frac{H}{10}\right)^2 \times \sqrt{\sin\left(\frac{30 \times T1}{H}\right) \times \sin\left(\frac{30 \times T2}{H}\right) \times \sin\left(\frac{30 \times T3}{H}\right) \times \sin\left(\frac{30 \times T4}{H}\right)} \times (f_c/100)^{0,67} / 2,5$$

Avec :

- H : Entraxe de l'ancre et du nu supérieur du béton (mm)
- T<sub>x</sub> : Rayon du cône d'arrachement (mm)
- *nota : T<sub>x</sub> toujours ≤ 3xH*
- f<sub>c</sub> : Résistance du béton lors de l'utilisation de l'ancre (MPa)

## Aciers de renfort

Lorsque l'ancre à pied est soumise à de la traction, aucune armature de renfort n'est nécessaire. Dans le cas d'un relevage ou d'une utilisation en cisaillement et si H est insuffisant, un acier de renfort doit être mis en place (comme indiqué dans le tableau ci-dessous) pour éviter la fissuration du béton :



| Force (T) | H mini. (mm) | ØHA (mm) | L <sub>développée</sub> (mm) |
|-----------|--------------|----------|------------------------------|
| 1.3       | 60           | 8        | 800                          |
| 2.5       | 80           | 10       | 1120                         |
| 5         | 100          | 14       | 1600                         |
| 10        | 130          | 20       | 1750                         |
| 20        | 180          | 32       | 2000                         |

Les renseignements contenus dans ce document sont donnés à titre indicatif et correspondent à nos connaissances actuelles. Ils ne peuvent en aucun cas engager notre responsabilité en cas d'utilisation non conforme ou inadaptée de nos produits.

Etant donné les multiples possibilités d'emploi, nos recommandations ne dispensent pas les utilisateurs d'effectuer leurs propres essais. Notre laboratoire et le service technique vous fourniront les renseignements que vous désirez et se tiennent à votre entière disposition.

TAM Groupe Z.I. Avenue Albert Einstein.  
CS 90043 - 77555 Moissy Cramayel Cedex - France  
S.A.S. au capital de 883 332 € RCS Melun B  
SIRET 313 659 674 00029 - FR 76 313 659 674

Tél. : + 33 1 64 13 30 00 – [tamgroupe@tamgroupe.fr](mailto:tamgroupe@tamgroupe.fr) – [www.tamgroupe.fr](http://www.tamgroupe.fr)