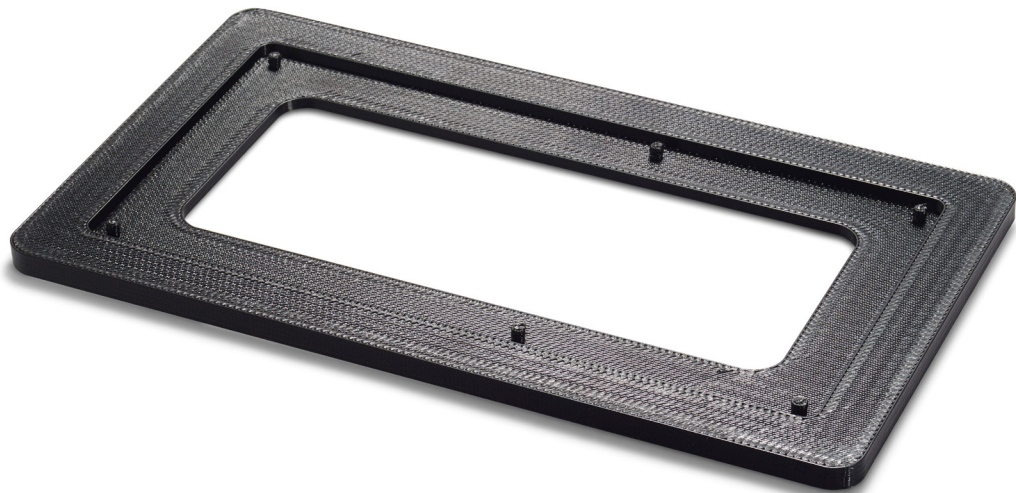




# Propriétés électriques de **l'ABS-ESD7**



# Propriétés électriques de l'ABS-ESD7

L'ABS-ESD7™ est une qualité de plastique ABS conforme aux normes ESD. Les pièces imprimées en 3D avec ce matériau sont capables de dissiper le courant à travers la matrice polymère, empêchant ainsi les décharges statiques. Les expérimentations actuelles réalisées pour caractériser les propriétés électrostatiques de l'ABS-ESD7 ont montré que la plupart des géométries des pièces fabriquées possèdent une résistance comprise entre  $10^4$  et  $10^9$  ohms, ce qui est conforme aux exigences de la plupart des industries en matière de décharges électrostatiques (ESD).

L'objectif de cette évaluation des propriétés électriques était de caractériser les performances types en matière de décharges électrostatiques de différentes géométries imprimées en 3D dans des conditions standard. La série des pièces testées représente des géométries courantes afin d'illustrer les résultats attendus. Les performances réelles des pièces peuvent varier et doivent être évaluées au cas par cas.



Illustration 1. Ohmmètre PRS et sonde à anneaux concentriques.

## Méthodes :

Les méthodes et spécifications applicables aux tests des matériaux et des pièces qui en découlent sont décrites dans les normes suivantes :

- **ANSI ESD S20.20** - Standard for the development of an ESD control program (Norme pour le développement d'un programme de contrôle des décharges électrostatiques)
- **ANSI ESD S11.11** - Surface resistance measurement of static dissipative planar materials (Mesure de la résistance superficielle des matériaux plans dissipateurs de charges électrostatiques)
- **ANSI ESD STM11.12** - Volume resistance measurement of static dissipative planar materials (Mesure de la résistance volumique des matériaux plans dissipateurs de charges électrostatiques)
- **ASTM D257** - Standard test methods for dc resistance or conductance of insulating materials (Méthodes de test standard pour la résistance en continu et la conductance des matériaux isolants)
- **ASTM D4496** - Standard test methods for dc resistance or conductance of moderately conductive materials (Méthodes de test standard pour la résistance en continu ou la conductance des matériaux modérément conducteurs)

L'équipement utilisé pendant les tests était l'ohmmètre Prostat PRS-801 associé à une sonde à anneaux concentriques PRS-911 (Illustration 1), conformément aux spécifications de la norme ANSI ESD. Les propriétés ESD ont été validées par un laboratoire de test externe.



# Propriétés électriques de l'ABS-ESD7

Pour caractériser les performances du matériau, une série de pièces ESD (Tableau 1, Illustration 2) a été constituée pour évaluer différentes orientations de fabrication, positions dans l'imprimante, trames et géométries complexes, afin d'illustrer les variations de performances que les clients sont susceptibles de rencontrer avec l'infinité de types de pièces qu'ils sont amenés à concevoir.

## Série de pièces

### Description

Plaque posée à plat (XY)

Plaque posée sur le bord (ZX) (Illustration 2, B)

Plaque posée à 45 degrés (Illustration 2, A)

Plaque posée à plat surélevée de 1 pouce

Plaque posée à plat surélevée de 2 pouces

Plaque posée à plat surélevée de 4 pouces

Test sur l'ensemble du plateau, plaque posée à plat (XY)

Cylindre fin (paroi 0,050 po) XZ (Illustration 2, C)

Cylindre fin (paroi 0,050 po) ZX (Illustration 2, C)

Cylindre fin (paroi 0,10 po) XZ

Cylindre fin (paroi 0,10 po) ZX

Cylindre épais (paroi 0,20 po) XZ (Illustration 2, D)

Cylindre épais (paroi 0,20 po) ZX (Illustration 2, D)

Tableau 1. Série de pièces soumises au test ESD.

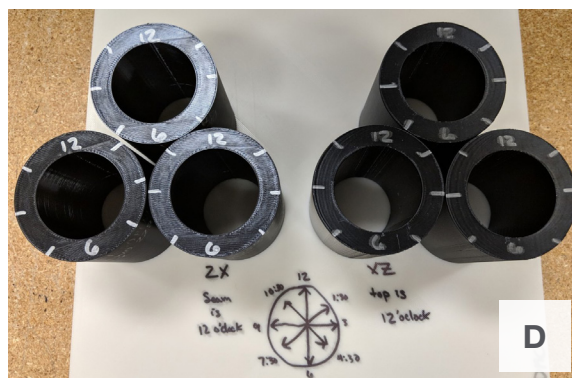
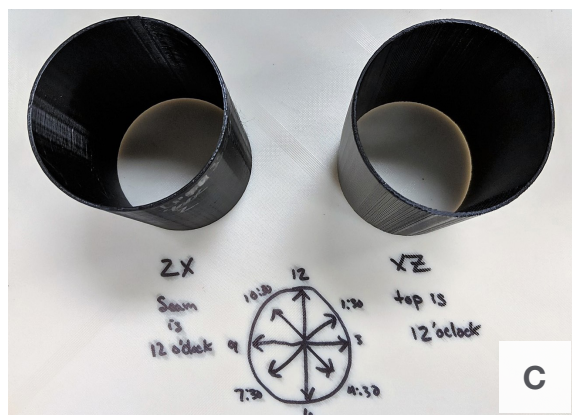
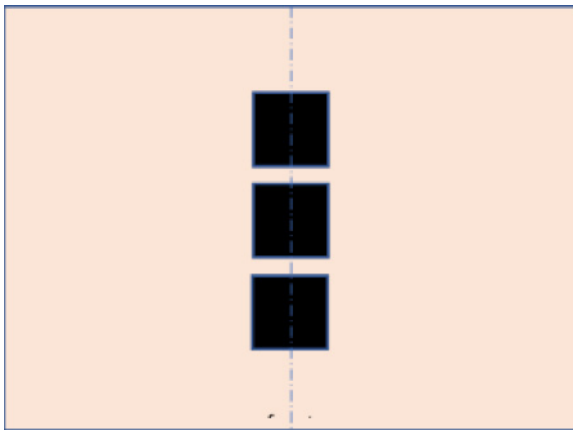


Illustration 2. Exemples de pièces de la série soumises aux tests ESD. A) Plaque posée à 45 degrés. B) Plaque posée sur le bord (ZX). C) Cylindre fin (paroi 0,05"). D) Cylindre épais (paroi 0,20").

# Propriétés électriques de l'ABS-ESD7

Les pièces ont été imprimées à l'aide des imprimantes 3D Stratasys F900™, Fortus 450mc™ et Stratasys F370™, en utilisant plusieurs imprimantes et plusieurs lots de matériaux. Dans un souci de cohérence, tous les groupes d'échantillons ont été normalisés en trois éprouvettes de test alignées au milieu du plateau de fabrication (Illustration 3). Ces trois éprouvettes constituaient un dispositif, les valeurs consignées correspondant à la moyenne de chacun des dispositifs ainsi testés.



**Illustration 3.** Configuration standard des groupes d'échantillon.

Une ligne de référence a été établie avec des plaques 4 x 4 x 0,1 po posées à plat (XY), sur le bord (ZX), et à 45°. Ces plaques ont été incluses dans la série de pièces et utilisées pour établir une performance de référence pour le matériau.

Voici quelques-unes des variables supplémentaires évaluées dans le cadre de l'étude (pièces détaillées au Tableau 1) :

- Distance du plateau de fabrication
- Position des pièces sur le plateau de fabrication
- Épaisseur et trame des pièces
- Épaisseur et surfaces courbes

La résistance a été mesurée, puis convertie en résistivité pour le rapport et calculée de la manière suivante :

**Résistivité volumique** =  $\rho_v$  ( $\Omega$  cm)

$$\rho_v = R_v \frac{A}{t}$$

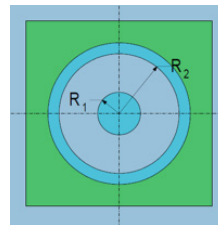
$R_v$  = résistance volumique,  $\Omega$ ,  
 $A$  = surface des électrodes,  $\text{cm}^2$ , et  
 $t$  = distance entre les électrodes, cm.

**Résistivité superficielle** en  $\Omega$  (par carré)  $\rho_s$

$$\rho_s = R_s (W/L)$$

$R_s$  = résistance superficielle,  $\Omega$ ,  
 $L^s$  = longueur de l'échantillon entre les électrodes, et  
 $W$  = largeur de l'échantillon.

**Pour le système Prostat**



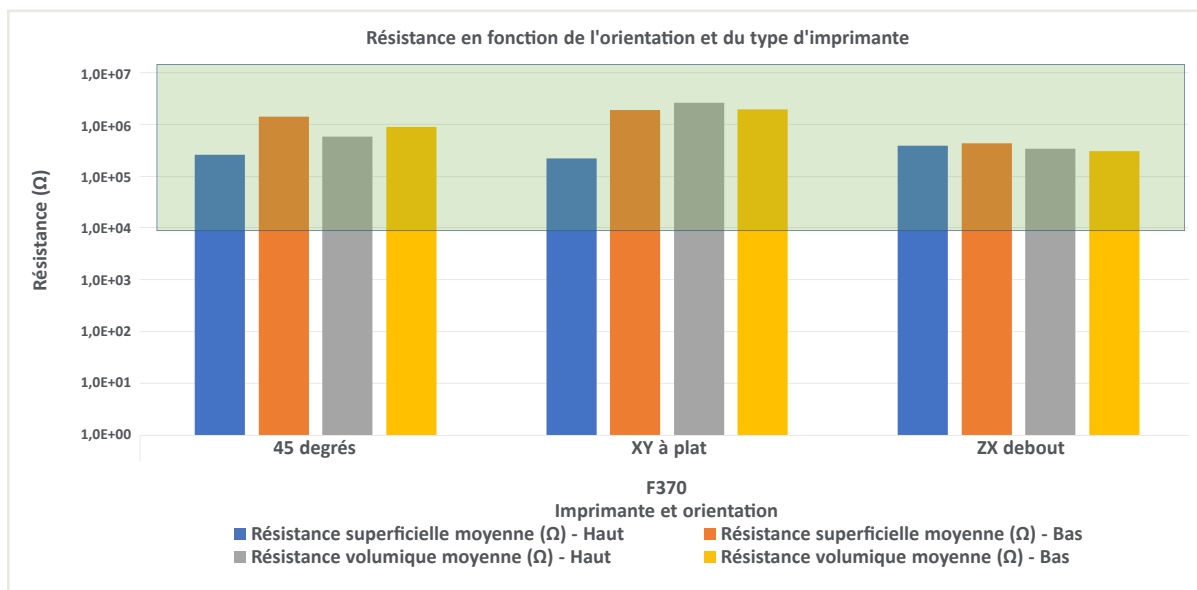
$$\rho_s = R_s \frac{2\pi}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}$$

$$\rho_v = (6,9/t) \times R_v$$

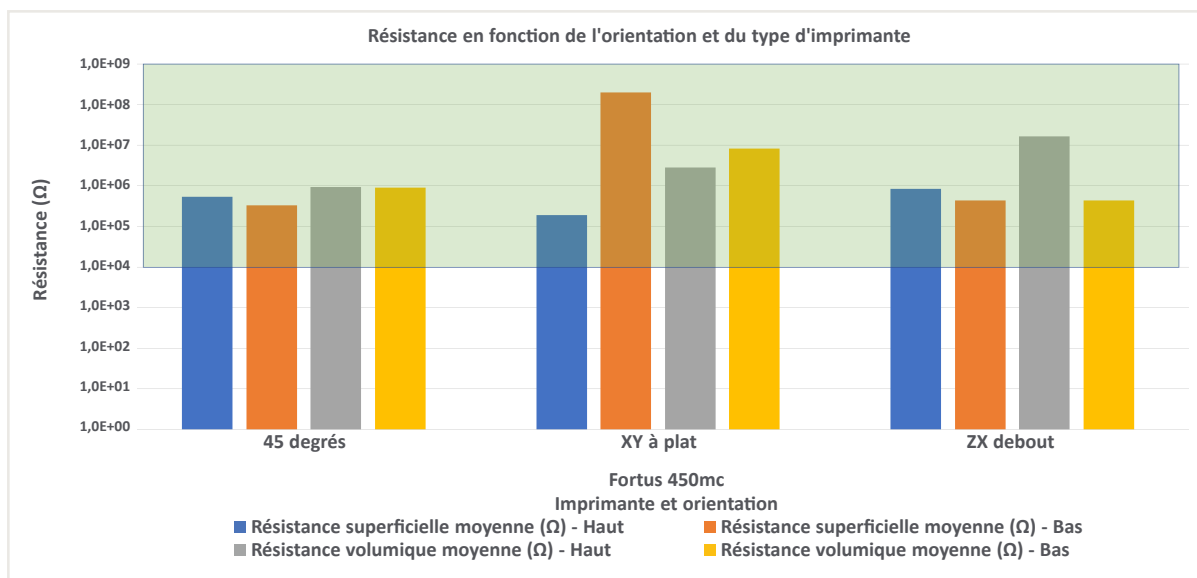
$t$  = épaisseur (cm)

# Propriétés électriques de l'ABS-ESD7

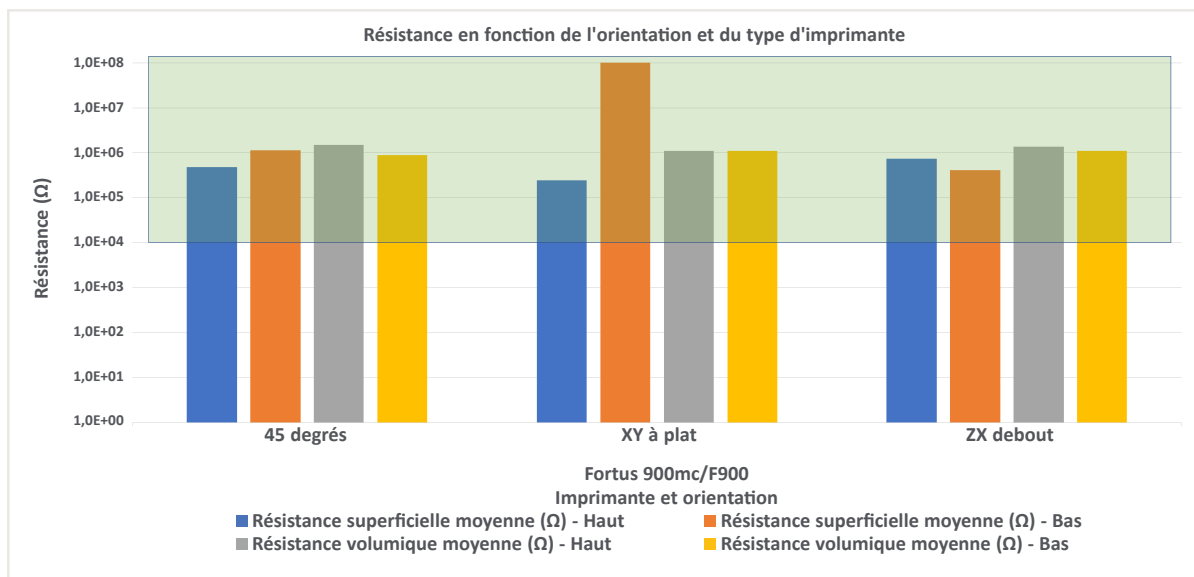
Les résultats des tests présentés aux Illustrations 4 à 6 montrent que l'orientation des pièces n'a que peu ou pas d'effet sur les propriétés ESD des plaques de 4 x 4 x 0,1 po sur les modèles F370, Fortus 450mc et F900/Fortus 900mc. Toutes les valeurs de résistance se situent dans la plage de sécurité ESD (E4-E9), avec quelques fluctuations entre les plaques.



**Illustration 4.** Résistance d'une plaque de 4 x 4 x 0,1 po en fonction de l'orientation de fabrication sur le modèle F370.

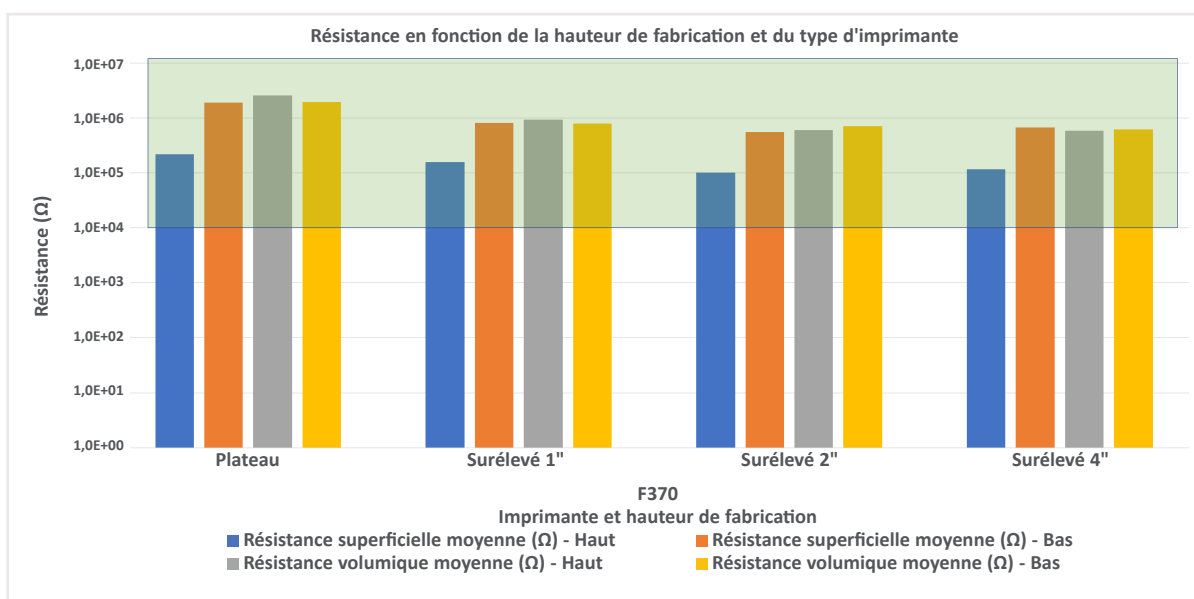


**Illustration 5.** Résistance de la plaque de 4 x 4 x 0,1 pouce pour plusieurs orientations de fabrication sur le modèle Fortus 450mc.

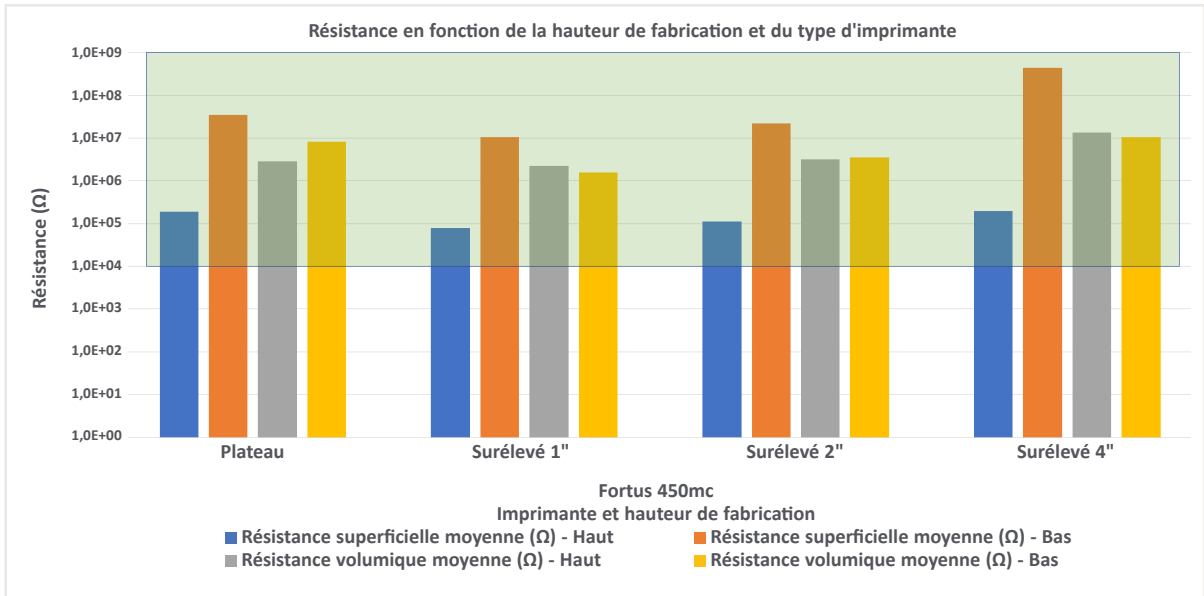


**Illustration 6.** Résistance de la plaque de 4 x 4 x 0,1 pouce pour plusieurs orientations de fabrication sur le modèle F900/Fortus 900mc.

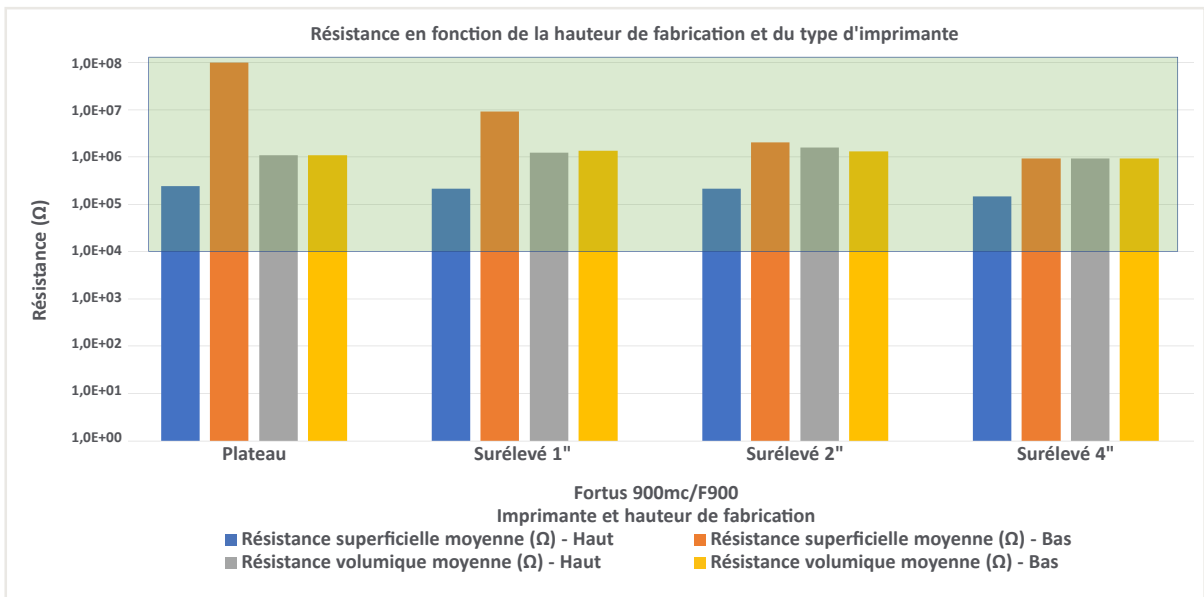
Les résultats des tests présentés aux Illustrations 7 à 9 ci-dessous montrent que la hauteur de la pièce sur le plateau n'a que peu ou pas d'effet sur les propriétés ESD des plaques de 4 x 4 x 0,1 po sur les modèles F370, Fortus 450mc et F900/Fortus 900mc. Toutes les valeurs de résistance se situent dans la plage de sécurité ESD (E4-E9), avec quelques fluctuations entre les plaques.



**Illustration 7.** Hauteur de plaque de 4 x 4 x 0,1 pouce au-dessus du plateau en fonction de la résistance sur le modèle F370.

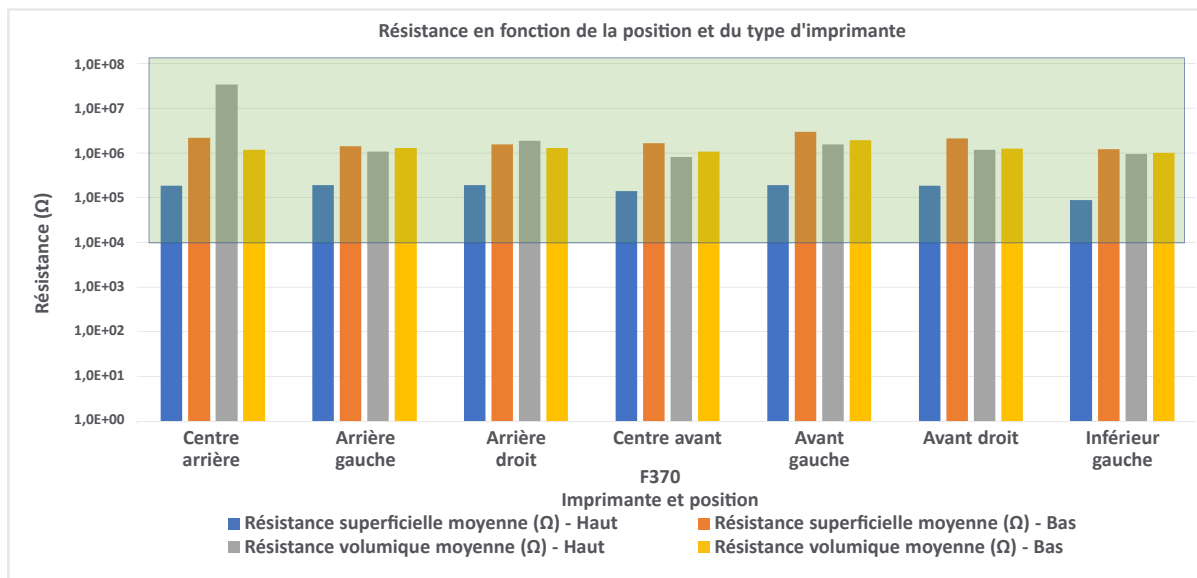


**Illustration 8.** Hauteur de plaque de 4 x 4 x 0,1 po au-dessus du plateau en fonction de la résistance sur le modèle Fortus 450mc.

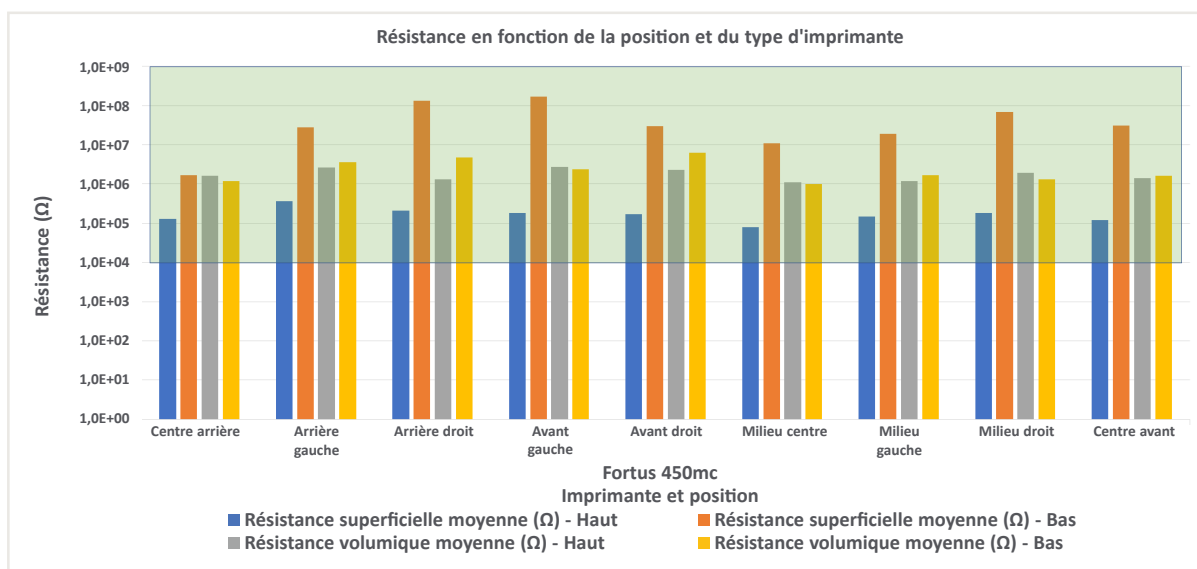


**Illustration 9.** Hauteur de plaque de 4 x 4 x 0,1 po au-dessus du plateau en fonction de la résistance sur le modèle F900/Fortus 900mc.

Les résultats des tests présentés aux Illustrations 10 à 12 ci-dessous montrent que la position de la pièce sur le plateau n'a que peu ou pas d'effet sur les propriétés ESD des plaques de 4 x 4 x 0,1 po sur les modèles F370, Fortus 450mc et F900/Fortus 900mc. Toutes les valeurs de résistance se situent dans la plage de sécurité ESD (E4-E9), avec quelques fluctuations entre les plaques.

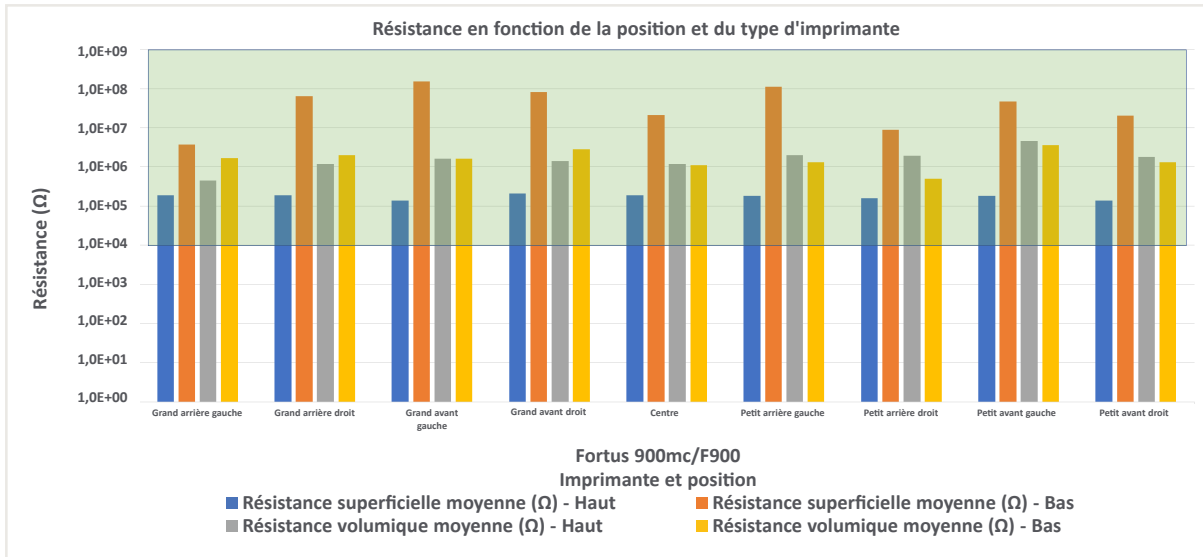


**Illustration 10.** Position de la plaque de 4 x 4 x 0,1 po sur le plateau en fonction de la résistance sur le F370.



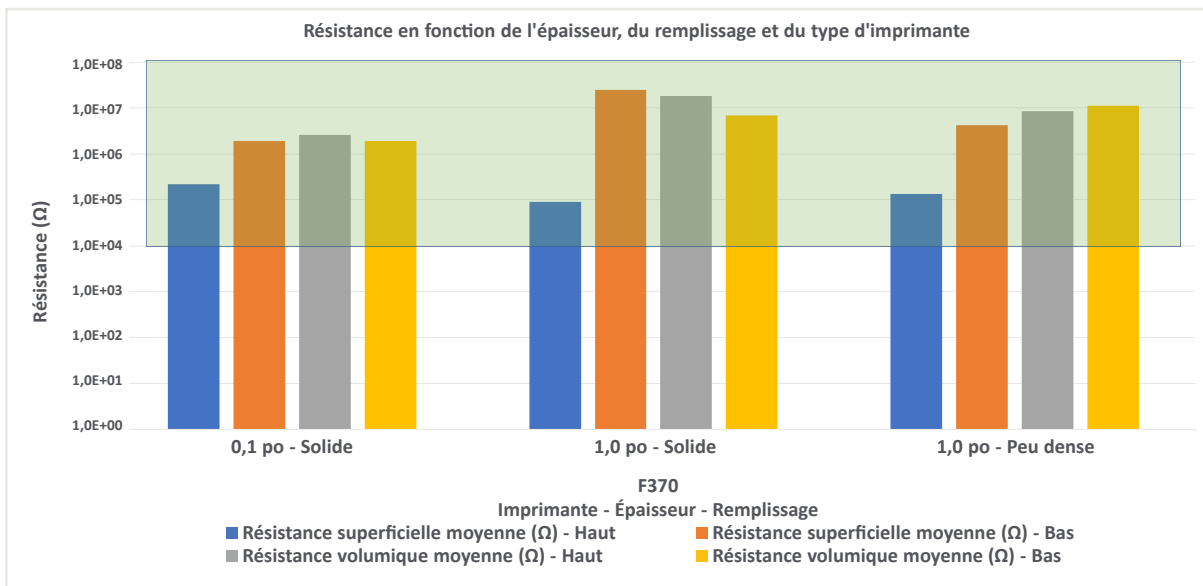
**Illustration 11.** Position de la plaque de 4 x 4 x 0,1 po sur le plateau en fonction de la résistance sur le modèle Fortus 450mc.





**Illustration 12.** Position de la plaque de 4 x 4 x 0,1 po sur le plateau en fonction de la résistance sur le modèle F900/Fortus 900mc.

Les résultats des tests présentés aux Illustrations 13 à 15 ci-dessous montrent que l'épaisseur et le remplissage des pièces n'a que peu ou pas d'effet sur les propriétés ESD des plaques de 4 x 4 x 0,1 po sur les modèles F370, Fortus 450mc et F900/Fortus 900mc. Toutes les valeurs de résistance se situent dans la plage de sécurité ESD (E4-E9), avec quelques fluctuations entre les plaques.



**Illustration 13.** Variation de la résistance en fonction de l'épaisseur et de la trame interne des pièces pour le modèle F370.

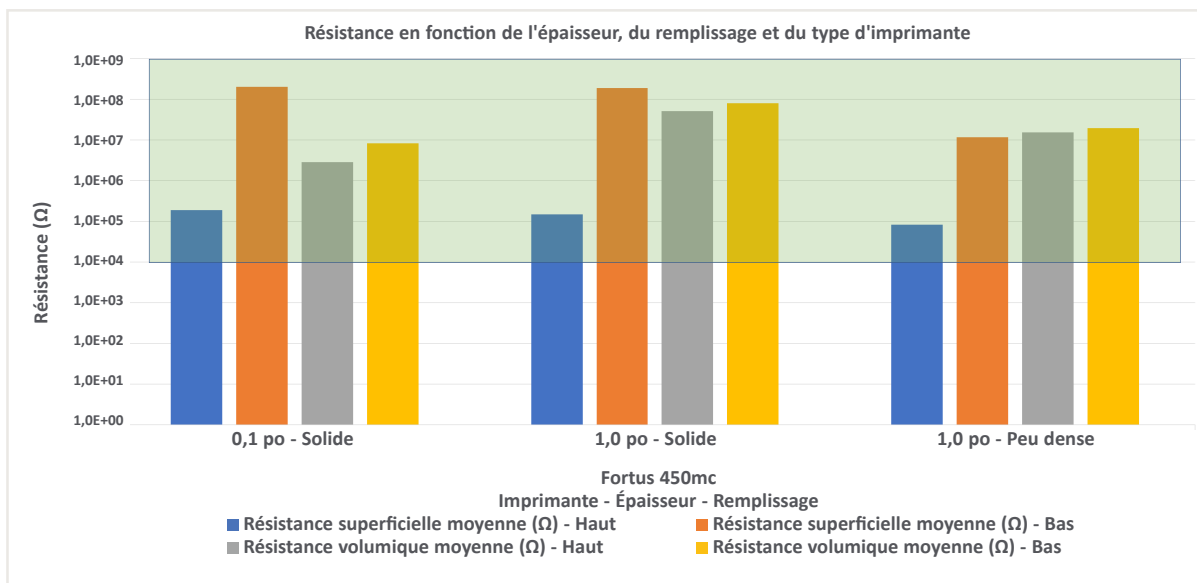


Illustration 14. Variation de la résistance en fonction de l'épaisseur et de la trame interne des pièces pour le modèle Fortus 450mc.

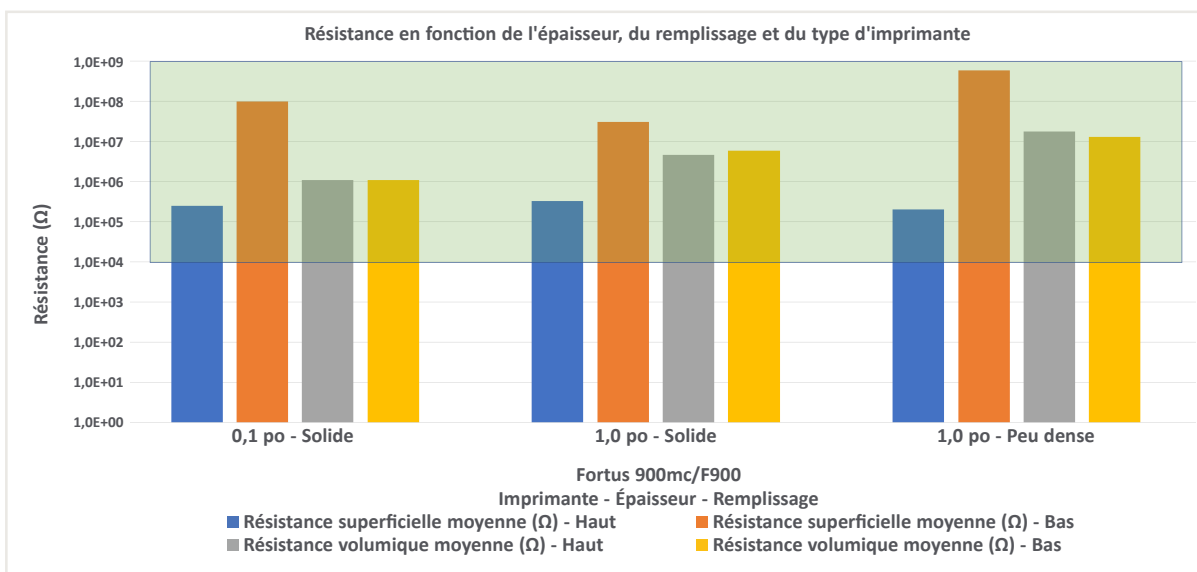


Illustration 15. Variation de la résistance en fonction de l'épaisseur et de la trame interne des pièces pour le modèle F900/Fortus 900mc.

Des échantillons cylindriques creux ont été testés par les mêmes méthodes, en évaluant des cylindres à parois fines (0,05 po), moyennes (0,1 po) et épaisses (0,2 po) afin de déterminer s'il existe une corrélation entre l'épaisseur des parois et les propriétés électriques des surfaces courbes. Chaque tube a été testé en quatre points en utilisant un cadran pour identifier sa position horaire (12 h, 3 h, 6 h et 9 h). Pour les cylindres fabriqués horizontalement, la position 12 h correspond au sommet de l'impression, tandis que pour ceux qui le sont verticalement, elle coïncide avec l'emplacement du raccord (Illustration 2, C et D).

La résistance superficielle des cylindres sur les Illustrations 16 - 18 illustre que l'orientation debout (ZX) donne une valeur bien plus régulière que les éprouvettes couchées sur le côté (XZ). Cela est dû à l'effet d'escalier que nous observons sur les cylindres aux parois les plus fines, qui empêche la propagation du courant à travers la pièce. Au fur et à mesure que l'épaisseur de la paroi augmente, la résistance se stabilise, puis décroît.

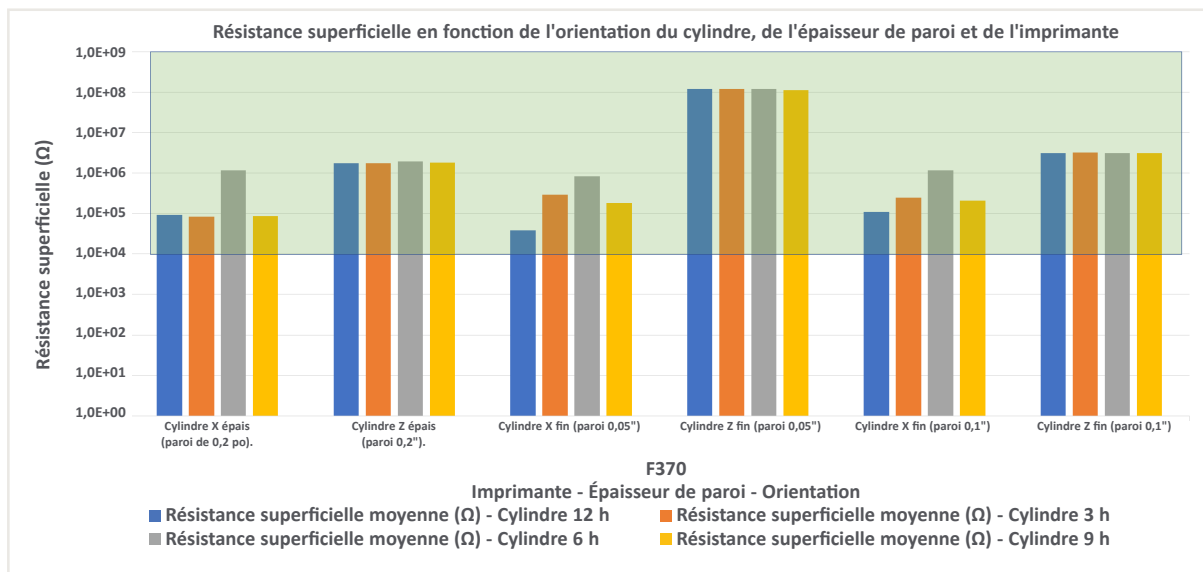


Illustration 16. Variation de la résistance superficielle dans les cylindres creux en fonction de l'épaisseur et de l'orientation de la pièce pour le modèle F370.

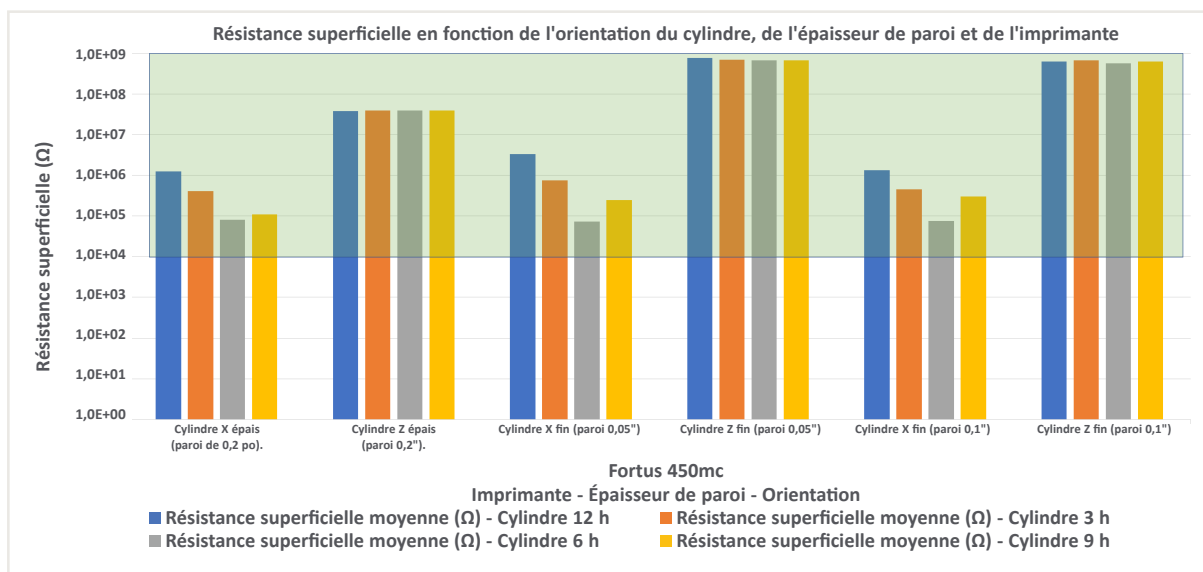
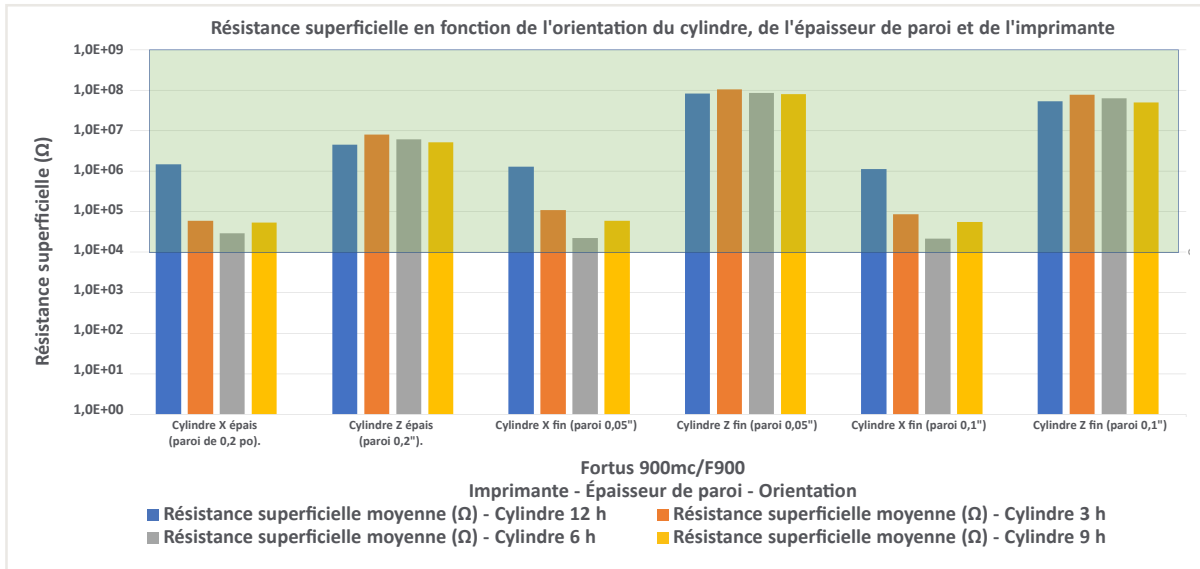
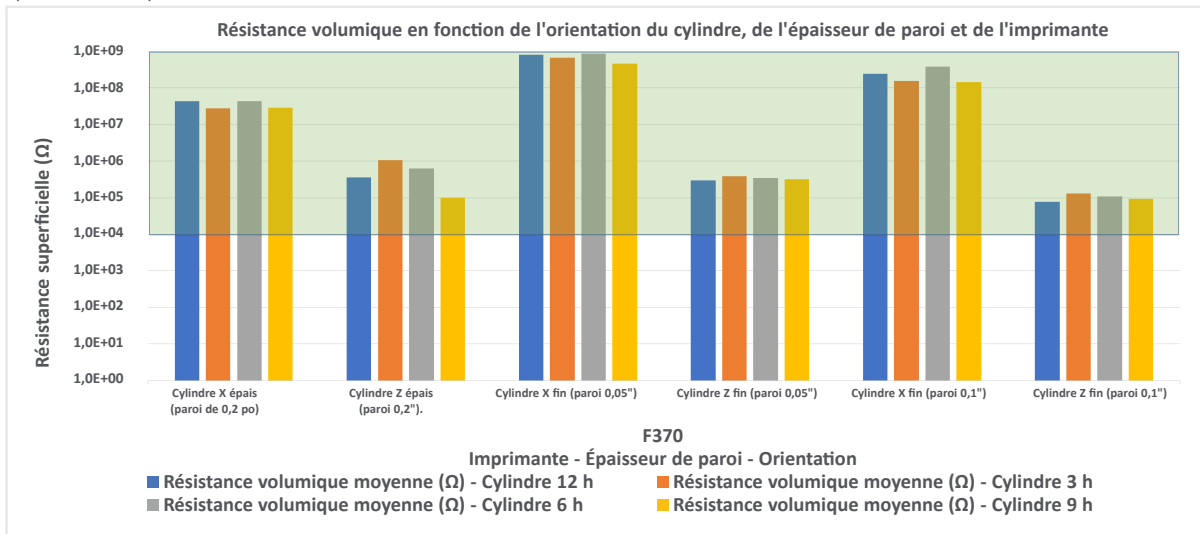


Illustration 17. Variation de la résistance superficielle dans les cylindres creux en fonction de l'épaisseur et de l'orientation de la pièce pour le modèle Fortus 450mc.



**Illustration 18.** Variation de la résistance superficielle dans les cylindres creux en fonction de l'épaisseur et de l'orientation de la pièce pour le modèle F900/Fortus 900mc.

Les Illustrations 19 à 21 montrent un phénomène similaire avec la résistance volumique. Les échantillons aux parois les plus fines montrent une plus grande variation de la résistance électrique que ceux aux parois plus épaisses. Cependant, l'inverse est vrai dans le cas de la régularité en fonction de l'orientation. La résistance volumique est plus régulière avec les cylindres imprimés dans l'orientation X que ceux imprimés dans l'orientation Z.



**Illustration 19.** Variation de la résistance volumique dans les cylindres creux en fonction de l'épaisseur et de l'orientation de la pièce pour le modèle F370.

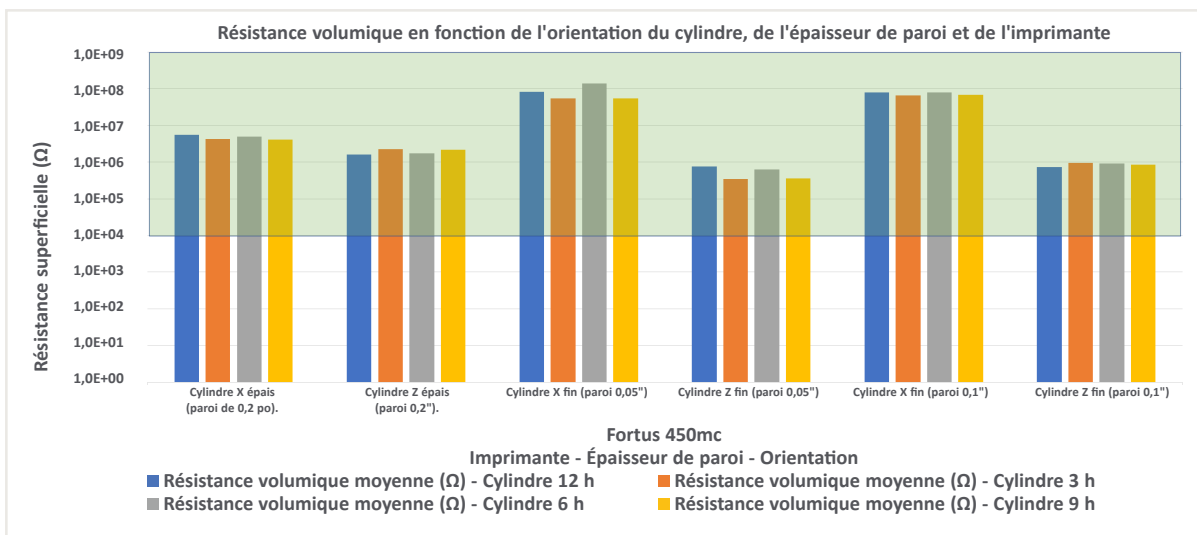


Illustration 20. Variation de la résistance volumique dans les cylindres creux en fonction de l'épaisseur et de l'orientation de la pièce pour le modèle Fortus 450mc.

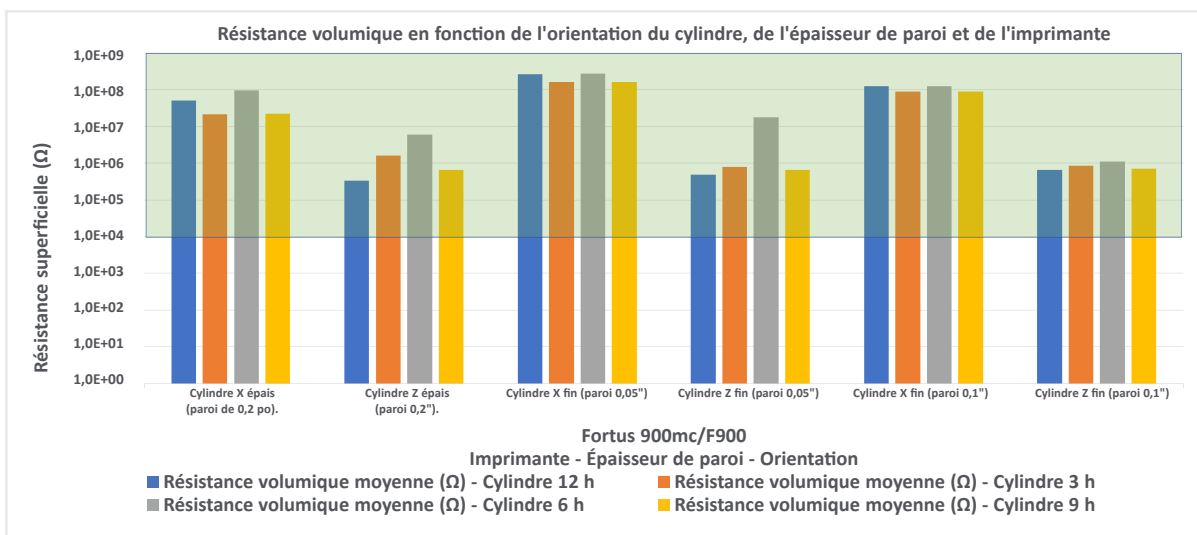


Illustration 21. Variation de la résistance volumique dans les cylindres creux en fonction de l'épaisseur et de l'orientation de la pièce pour le modèle F900/Fortus 900mc.



# Propriétés électriques de l'ABS-ESD7

## Conclusion :

Pour l'ABS-ESD7, la résistance électrique varie légèrement en fonction de l'imprimante, de l'orientation des pièces, de la hauteur du plateau de fabrication, de la position dans l'imprimante ou encore de l'épaisseur et du remplissage des pièces imprimées. Même s'il existe une différence entre les faces avec ou sans support, les premières ayant une résistivité un peu plus élevée, globalement, la variation n'est pas significative et le matériau se maintient régulièrement dans la plage de sécurité ESD.

Les anomalies sur les cylindres à parois fines peuvent être atténuées par l'orientation de l'impression ou l'augmentation de l'épaisseur des parois. Les clients doivent être conscients que certaines géométries peuvent produire un phénomène indésirable de percolation électrique à travers les pièces, et que tous les cas ne peuvent pas être abordés dans ce document.

Les mesures des propriétés électriques peuvent varier en fonction des équipements et des méthodes de test utilisées. Les clients sont invités à définir la méthode de test et l'équipement appropriés en vue d'obtenir les résultats les mieux adaptés à leurs applications spécifiques réelles.

### Siège de Stratasys

7665 Commerce Way,  
Eden Prairie, MN 55344  
+1 800 801 6491 (appel gratuit  
depuis les États-Unis)  
+1 952 937 3000 (International)  
+1 952 937-0070 (Fax)

1 Holtzman St., Science Park,  
PO Box 2496  
Rehovot 76124, Israël  
+972 74 745 4000  
+972 74 745 5000 (Fax)

[stratasys.com/fr](http://stratasys.com/fr)

Certification ISO 9001:2015

© 2019 Stratasy. Tous droits réservés. Stratasy, le logo Stratasy, FDM et Fortus sont des marques déposées de Stratasy Inc. Fortus 450mc, Fortus 900mc, F900 et F370 sont des marques enregistrées de Stratasy, Inc. Toutes les autres marques enregistrées appartiennent à leurs propriétaires respectifs, et Stratasy n'assume aucune responsabilité relative au choix, à la performance ou à l'utilisation de ces produits d'autres marques. Les spécifications des produits sont modifiables sans préavis.  
WP\_FDM\_ABS-ESD7\_A4\_1219a

