



LOCTITE 402

**L'adhésif instantané
ultraperformant.**

Áine Mooney
Martin Smyth
Tammy Gernon
Michael Jordan
Oliver Droste
Christine Marotta



MÉTHODES D'ASSEMBLAGE

Les ingénieurs spécialisés dans la conception et la fabrication industrielle sont en permanence à la recherche de solutions innovantes qui permettent d'améliorer les concepts et les processus de fabrication dans leur ensemble. Dans de nombreuses industries, la tendance est au développement d'appareils toujours plus petits et plus performants. Des appareils plus petits nécessitent des matériaux et processus d'assemblage innovants, en plus d'une plus grande précision : il faut intégrer davantage de fonctionnalités dans des espaces plus étroits, tout en conservant ou améliorant les performances de l'appareil fini. Ces évolutions dans la conception peuvent représenter un défi du point de vue de l'assemblage, tout comme de nouvelles exigences en termes de performances, comme le dégagement de chaleur.

Les ingénieurs disposent à l'heure actuelle de tout un éventail de techniques d'assemblage, allant de techniques mécaniques comme les fixations classiques, en passant par les rubans et la soudure (par ultra-sons, au solvant), jusqu'aux adhésifs. Chaque méthode d'assemblage présente des avantages et des défis. Le tableau 1 propose un aperçu des différentes méthodes d'assemblage, avec leurs principaux avantages et défis.

TABEAU 1
Avantages et défis de différentes méthodes d'assemblage

MÉTHODE D'ASSEMBLAGE	AVANTAGES	PRINCIPALES LIMITES
Fixation mécanique	<ul style="list-style-type: none"> • Résistant • Economique • Pas de polymérisation • Assemblage de matériaux différents 	<ul style="list-style-type: none"> • Inventaire des pièces • Difficultés d'automatisation • Manque d'étanchéité • Tension concentrée autour de la fixation • Desserrage au fil du temps
Soudure par ultra-sons	<ul style="list-style-type: none"> • Facile à automatiser • Processus simple • Résistance élevée • Rapidité 	<ul style="list-style-type: none"> • Investissement en matériel • Entretien du système
Ruban adhésif	<ul style="list-style-type: none"> • Coût • Assemblage immédiat • Assemblage de matériaux différents 	<ul style="list-style-type: none"> • Difficultés d'automatisation • Application précise
Adhésifs	<ul style="list-style-type: none"> • Assemblage de matériaux différents • Répartition de la tension • Possibilité de combler des jeux importants • Bonne étanchéité • Facile à automatiser • Assemblage de matériaux difficiles à coller 	<ul style="list-style-type: none"> • Doit être déposé • Peut nécessiter un système de polymérisation • Résistance moindre aux températures pour certaines formulations

ASSEMBLAGE PAR COLLAGE : NOUVEAU LOCTITE 402

Parmi les adhésifs utilisés pour l'assemblage, il existe différentes options, notamment les époxies, thermofusibles, photopolymérisables, acryliques bicomposants et cyanoacrylates (ou adhésifs instantanés). Les adhésifs cyanoacrylates présentent de nombreux avantages par rapport à d'autres méthodes d'assemblage, notamment (mais sans s'y limiter) :

- Fixation rapide
- Polymérisation à température ambiante
- Monocomposant
- Assemblage résistant pour un vaste éventail de plastiques, métaux et élastomères
- Assemblage résistant pour des matériaux difficiles à coller (par ex. polyéthylène, polypropylène)
- Dépose facile et précise

Certaines contraintes demeurent, pour les adhésifs instantanés, principalement en lien avec leur nature thermoplastique : température maximale d'utilisation de 82°C ; remplissage des jeux maximum pour des variantes à haute viscosité de 5 mm ; et durabilité limitée dans les environnements humides.

Cependant, depuis leur apparition il y a 50 ans, les adhésifs cyanoacrylates ont connu des avancées considérables dans leur formulation, ce qui a permis de proposer de nouvelles variantes résistantes et flexibles, des formulations adaptées aux températures élevées jusqu'à 120 °C, et même des produits peu odorants. La dernière innovation en date rassemble les caractéristiques de performances optimales des meilleurs adhésifs instantanés dans une seule solution.

NOUVEAU : LOCTITE 402

LOCTITE 402 représente la dernière innovation produit de Henkel, avec une technologie brevetée qui repousse les limites des performances par rapport à des cyanoacrylates d'éthyle classiques. LOCTITE 402 est un adhésif instantané ultraperformant qui combine un temps de prise rapide et une résistance élevée avec d'excellentes performances en termes de résistance aux températures élevées, et une durabilité améliorée dans diverses conditions environnementales.

Prise rapide et résistance élevée

LOCTITE 402 montre un temps de prise rapide sur un vaste éventail de substrats, y compris les métaux, plastiques et élastomères, ainsi que sur des matériaux poreux tels que le papier et le bois, en tenant bien la comparaison par rapport à un adhésif traditionnel universel, comme le montre le tableau 2.

TABLEAU 2

Temps de prise de LOCTITE 402 et d'un adhésif instantané traditionnel sur divers substrats.

MATÉRIAU	LOCTITE 402	ADHÉSIF TRADITIONNEL UNIVERSEL
Acier doux	< 5 s	< 5 s
Aluminium	< 5 s	< 5 s
Acier inoxydable	30 à 45 s	20 à 30 s
Polycarbonate	< 5 s	< 5 s
ABS	< 5 s	< 5 s
PVC	10 à 20 s	5 à 10 s
Papier	5 à 20 s	< 5 s
Bois (chêne)	30 à 45 s	30 à 45 s
Cuir	30 à 45 s	10 à 20 s
Caoutchouc EPDM	< 5 s	< 5 s

POLYVALENCE DES SUBSTRATS

LOCTITE 402 permet un assemblage très résistant sur un vaste éventail de métaux et plastiques (voir figure 1). Par rapport à l'adhésif traditionnel universel, il excelle sur les métaux tels que l'aluminium et l'acier inoxydable. LOCTITE 402 montre aussi une excellente résistance au cisaillement sur tous les plastiques testés.

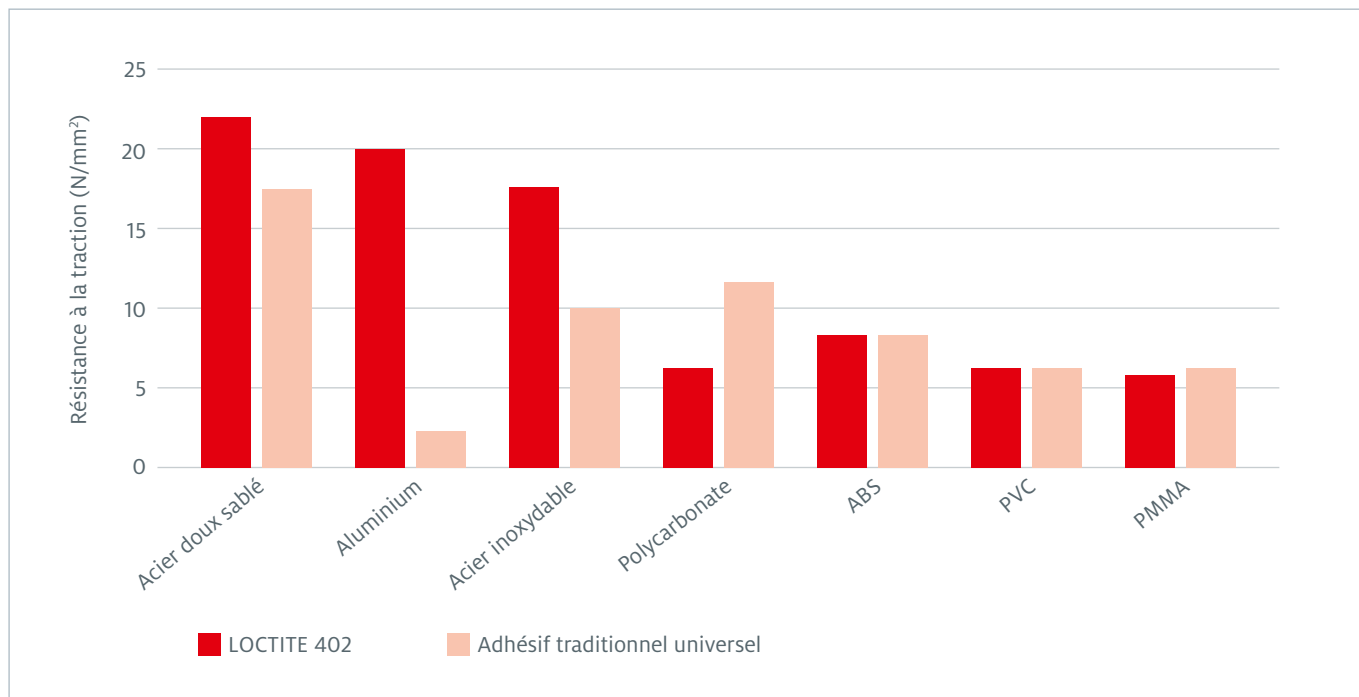


Figure 1
Résistance à la traction de LOCTITE 402 et d'un adhésif traditionnel universel sur divers métaux et plastiques, après polymérisation à température ambiante de sept jours.

RÉSISTANCE À CHAUD

Des performances de premier plan, à haute température

La limite de température pour une utilisation d'adhésifs cyanoacrylates en sécurité est généralement fixée à 82°C. Jusqu'à présent, une faible résistance thermique a représenté un frein dans l'utilisation d'adhésifs instantanés à base d'éthyle, pour des applications où l'assemblage est exposé à de fortes températures pendant de longues périodes. Cette faible résistance thermique est due à toute une série de facteurs, notamment le ramollissement du polymère porté à des températures proches de sa température de transition vitreuse (Tg), et la dégradation des propriétés mécaniques telles que la résistance en traction cisaillement, en raison de la dépolymérisation du polymère linéaire. Une analyse détaillée a été publiée en 2017.

Une solution envisageable pour pallier cette faible résistance thermique consiste à utiliser un monomère cyanoacrylate avec la capacité de former une structure de polymère réticulé, comme le 2-cyanoacrylate allylique. L'exposition à des températures d'environ 150°C ou plus entraîne la réticulation du polymère linéaire cyanoacrylate allylique, via une polymérisation par radicaux, pour donner un polymère résistant, d'un point de vue thermique. Cependant, si cette réticulation du polymère allylique ne se fait pas, les adhésifs instantanés à base d'allyle souffrent de la même faible résistance thermique que d'autres polymères cyanoacrylates. Par conséquent, une étape de traitement complémentaire, avec une exposition à des températures élevées d'environ 150°C, est nécessaire pour obtenir cette résistance thermique pour des assemblages réalisés avec un 2-cyanoacrylate allylique. Cette étape de traitement complémentaire peut représenter un délai et des coûts importants pour le processus de fabrication.

LOCTITE 402 contient une nouvelle technologie brevetée, développée par Henkel, qui permet de passer outre ces limitations de performances à haute température. LOCTITE 402 contient un mélange de monomères cyanoacrylates d'éthyle et allyliques, combiné à un ensemble d'additifs breveté. Ce mélange de monomères cyanoacrylates d'éthyle et allyliques permet d'utiliser LOCTITE 402 dans des applications à haute température comme n'importe quel adhésif instantané, sans la moindre étape de traitement complémentaire. Le monomère cyanoacrylate d'éthyle assure la performance initiale de LOCTITE 402 face à des températures élevées, jusqu'à ce que la réticulation du monomère allylique se fasse. Le temps nécessaire pour que cette réticulation ait lieu dépend de la température d'exposition.

Il y a trois propriétés thermiques distinctes considérées comme essentielles pour évaluer la durabilité globale face à la chaleur : (i) la résistance à chaud ; (ii) le vieillissement à chaud et à des températures élevées ; et (iii) la résistance à chaud après de longues périodes d'exposition à des températures élevées. Les sections suivantes vont apporter des arguments relatifs à chaque propriété, et montrer les domaines dans lesquels LOCTITE 402 surpasse d'autres adhésifs instantanés.

Résistance à chaud

La résistance à chaud est la résistance de l'assemblage de l'adhésif lorsqu'il est mesuré à des températures élevées. Les polymères cyanoacrylates sont classés parmi les matériaux thermoplastiques, ce qui signifie que ces polymères s'assouplissent lorsqu'ils sont chauffés à des températures proches de leur température de transition vitreuse (Tg). Les valeurs de Tg de certains esters cyanoacrylates sont reprises dans le tableau 3.

TABLEAU 3
Valeurs des températures de transition vitreuse (Tg) d'esters cyanoacrylates communs.¹

ESTER CYANOACRYLATE	Tg (°C)
Méthyle	165
Éthyle	140 – 150
n-Butyle	90
B-Méthoxyéthyle	85
Allyle	130

La Tg mesurée pour le polymère cyanoacrylate d'éthyle avoisine les 140 – 150 °C. Le polymère commencera donc à s'assouplir et se fluidifier à des températures qui approchent ou dépassent cette plage de Tg. Les joints de colle qui sont conservés à cette température, ou à une température proche ou supérieure, montrent de faibles résistances. À des températures supérieures à la Tg, le polymère cyanoacrylate commence à dépolymériser, ce qui entraîne la perte de propriétés mécaniques telles que la résistance à la traction cisaillement.

La figure 2 montre la résistance à chaud de LOCTITE 402 à des températures élevées, par rapport à un adhésif traditionnel universel et un adhésif instantané traditionnel haute température, sur des éprouvettes en acier inoxydable après une polymérisation de sept jours à température ambiante. Dans tous les cas, une baisse de la résistance au cisaillement de l'assemblage est observée lorsque la température de l'environnement augmente. À une température de 135°C, la résistance au cisaillement est d'environ 3 N/mm² pour les assemblages collés.

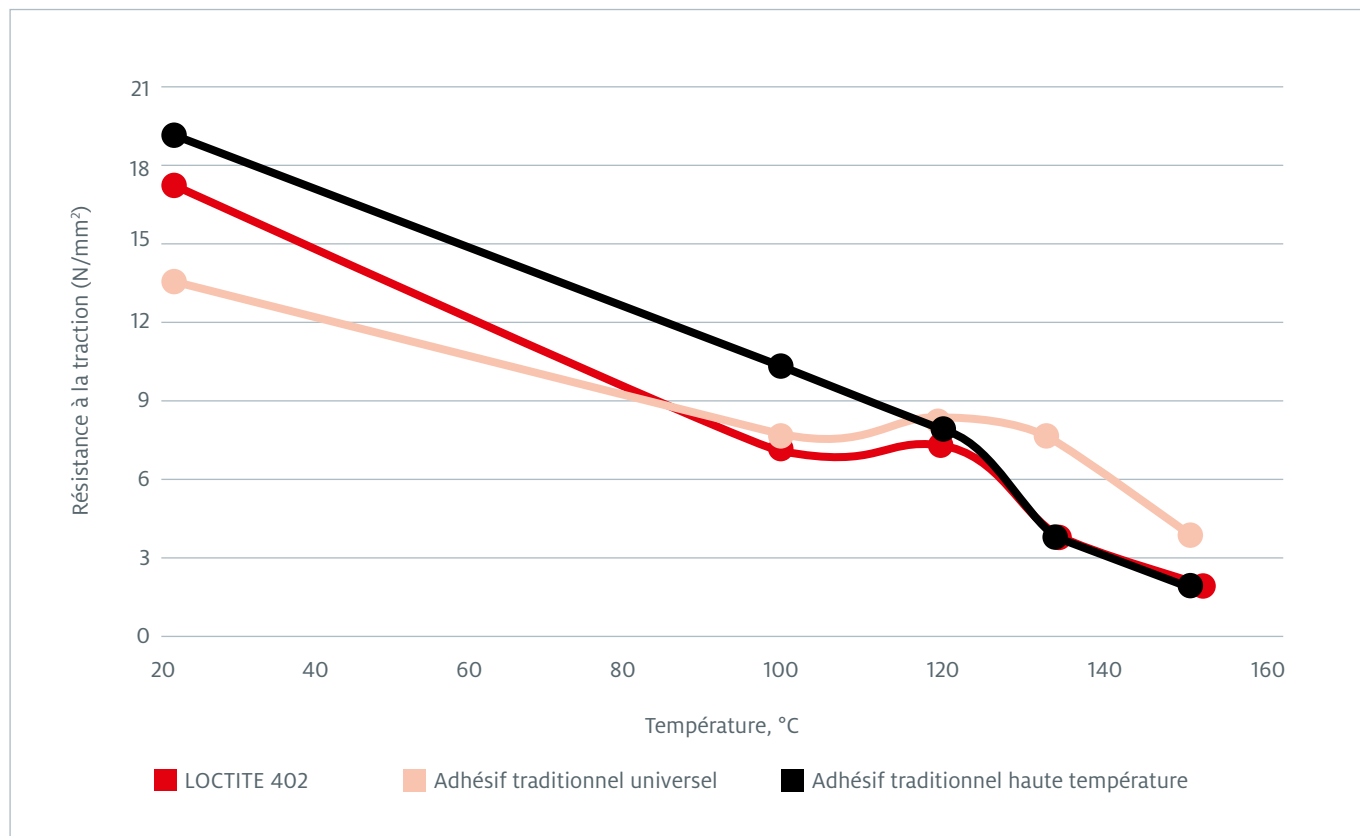


Figure 2 Résistance à chaud de LOCTITE 402, d'un adhésif traditionnel universel et d'un adhésif instantané traditionnel haute température, après une polymérisation de sept jours à température ambiante sur des éprouvettes en acier inoxydable.

Résistance au vieillissement à chaud

La résistance au vieillissement à chaud correspond à la capacité de l'adhésif polymérisé d'un assemblage à garder sa résistance initiale d'assemblage à température ambiante, lorsque l'assemblage est exposé à un vieillissement à long terme à des températures élevées, mais qu'il est ensuite ramené et testé à température ambiante. L'effet de la chaleur affaiblit l'adhérence à l'interface entre le polymère cyanoacrylate et le substrat collé. Généralement, les adhésifs instantanés montrent une perte rapide de résistance lorsque les assemblages vieillissent à des températures bien en-dessous de leur Tg.

La résistance au vieillissement à chaud de LOCTITE 402, d'un adhésif traditionnel universel et d'un adhésif traditionnel haute température a été mesurée après une exposition à des températures allant de 100°C jusqu'à 150°C (voir figures 3 à 6). Dans tous les cas, des éprouvettes en acier inoxydable ont été utilisées, et les éprouvettes assemblées ont été polymérisées pendant sept jours à température ambiante avant l'exposition aux hautes températures.

Après 1000 heures d'exposition à 100°C, LOCTITE 402 conserve 79% de sa résistance initiale (voir figure 3). L'adhésif traditionnel universel montre aussi de bons résultats à cette température, en conservant 59% de sa résistance initiale, alors que l'adhésif traditionnel haute température affiche une résistance de 29%.

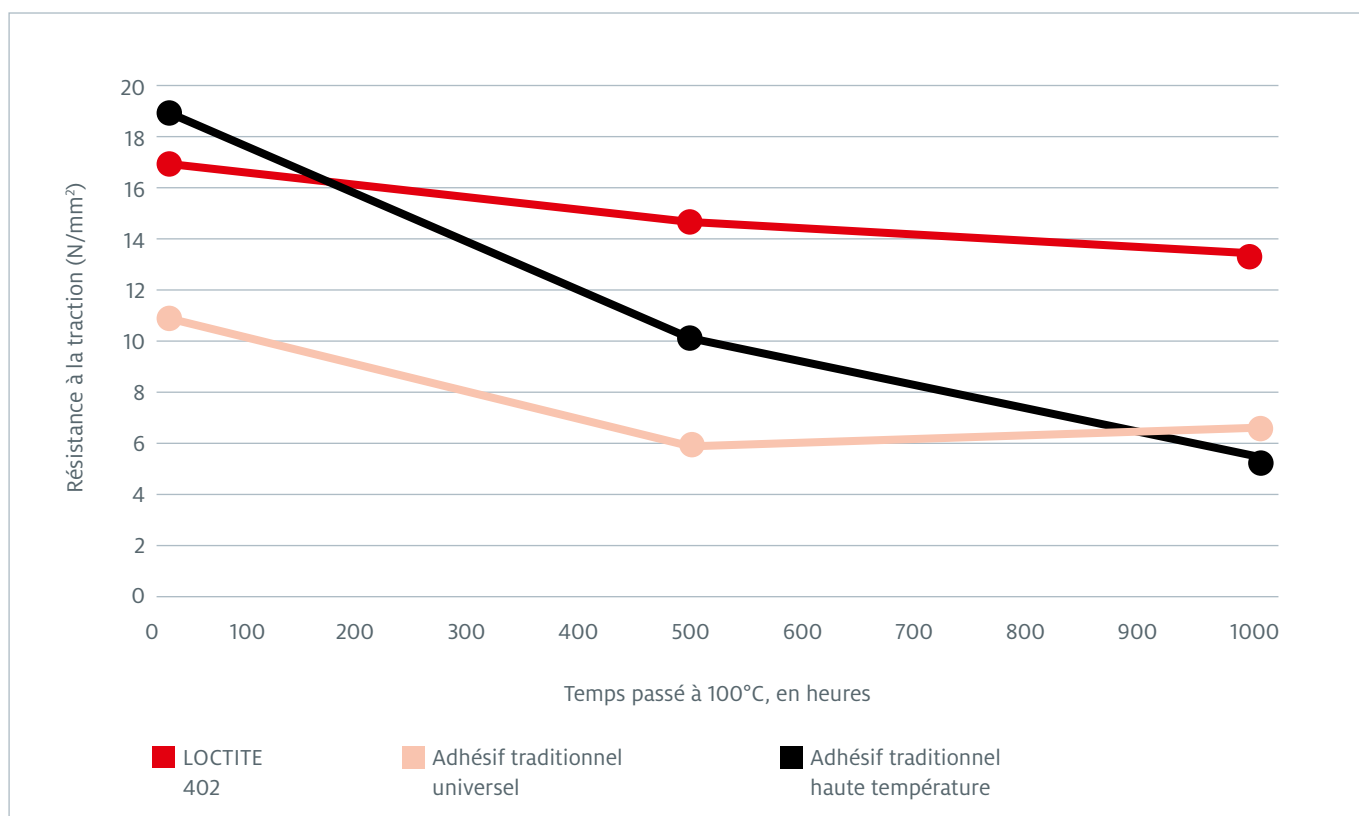


Figure 3

Résistance au vieillissement à chaud de LOCTITE 402, d'un adhésif traditionnel universel et d'un adhésif traditionnel haute température sur 1000 heures à 100°C, sur des éprouvettes en acier inoxydable.

La figure 4 montre la résistance au vieillissement à chaud de LOCTITE 402 sur 1000 heures à 120°C, par rapport à des adhésifs traditionnels universel et haute température. Une perte rapide de résistance est observée pour l'adhésif traditionnel haute température. L'adhésif traditionnel universel conserve une résistance au cisaillement de 3,9 N/mm² après 1000 heures d'exposition. Par opposition, LOCTITE 402 conserve une résistance au cisaillement de 6,5 N/mm² (soit 38% de sa résistance initiale) après 1000 heures d'exposition.

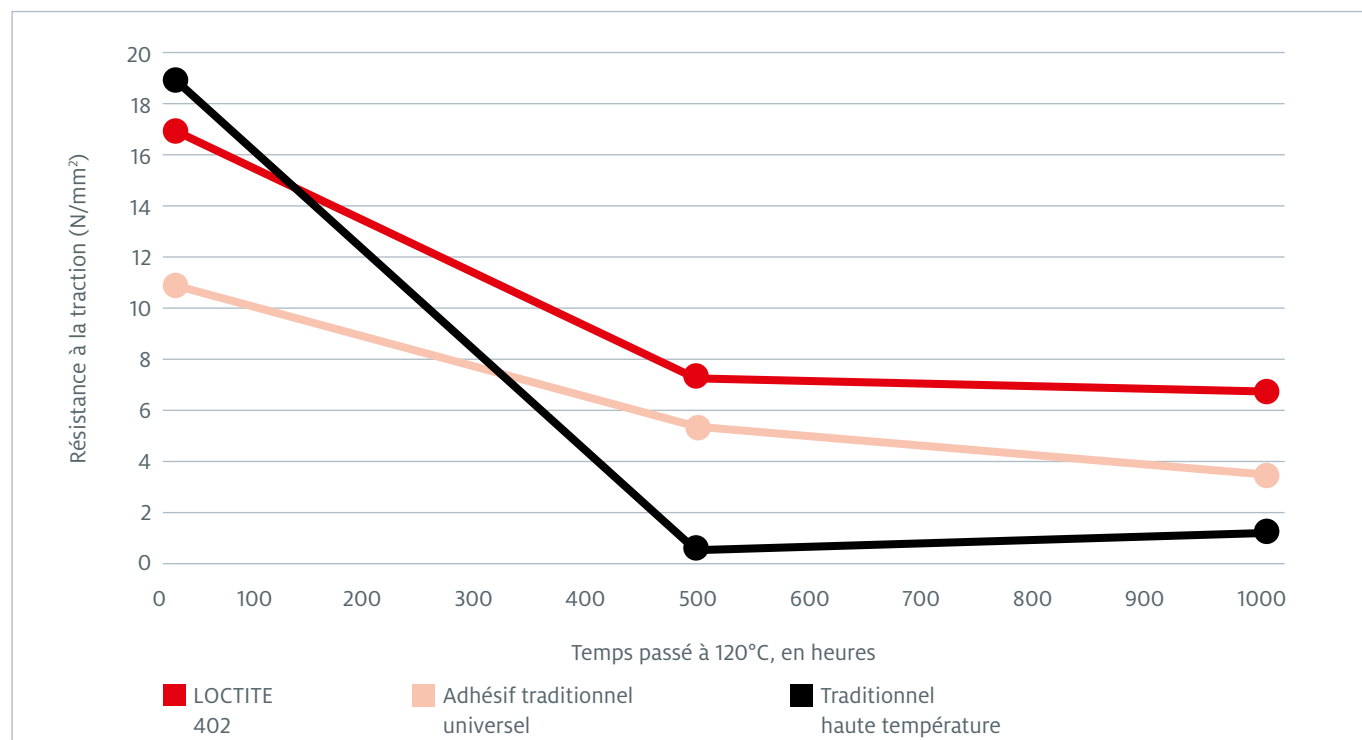


Figure 4 Résistance au vieillissement à chaud de LOCTITE 402, d'un adhésif traditionnel universel et d'un adhésif traditionnel haute température sur 1000 heures à 120°C, sur des éprouvettes en acier inoxydable.

Si l'on augmente encore la température pour arriver à 135°C, les performances en termes de résistance au vieillissement à chaud de LOCTITE 402 deviennent plus évidentes (voir figure 5). Après 1000 heures d'exposition à 135°C, LOCTITE 402 conserve une résistance à la traction de 11,3 N/mm², soit 66% de sa résistance initiale. Par opposition, l'adhésif traditionnel universel et l'adhésif traditionnel haute température montrent une rapide diminution dans leur résistance après 500 heures. Après 1000 heures d'exposition, la résistance de l'adhésif traditionnel universel et de l'adhésif traditionnel haute température est de zéro, ce qui indique que la dégradation du polymère à chaîne linéaire a eu lieu.

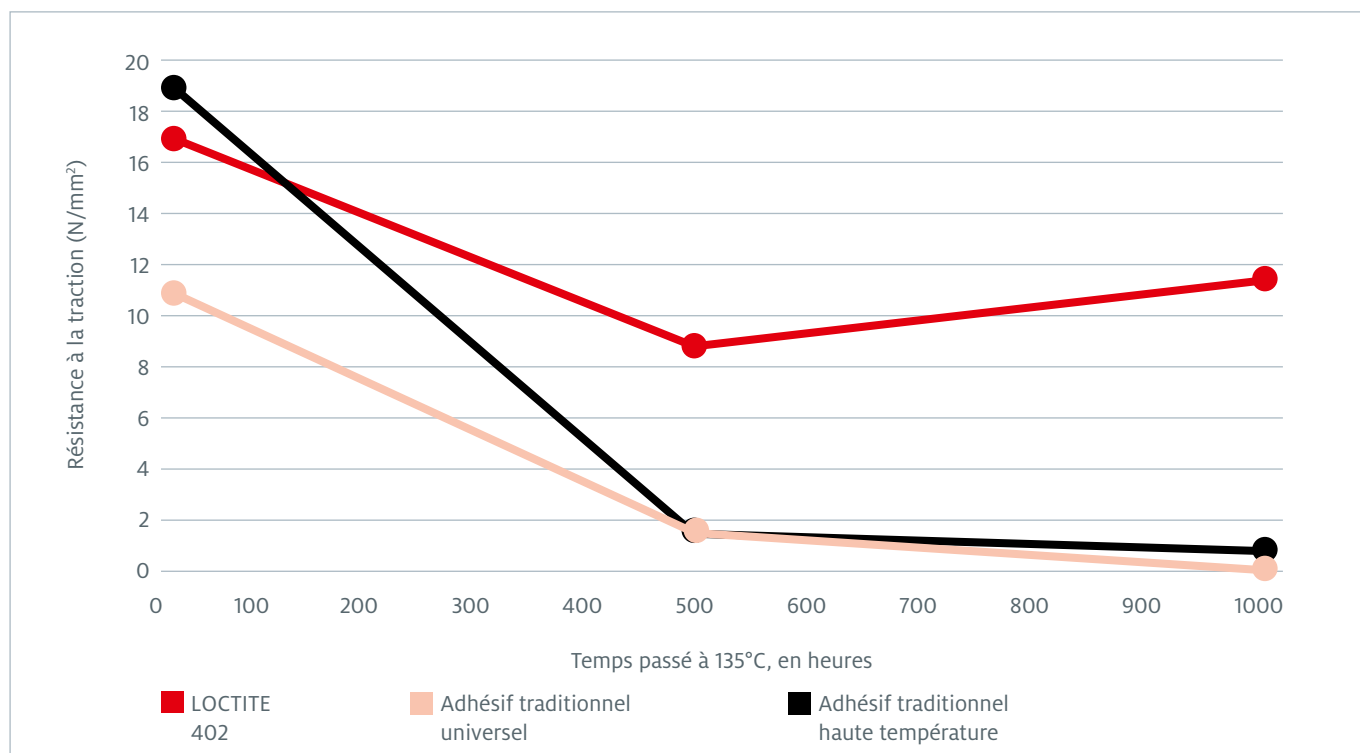


Figure 5
Résistance au vieillissement à chaud de LOCTITE 402, d'un adhésif traditionnel universel et d'un adhésif traditionnel haute température sur 1000 heures à 135°C, sur des éprouvettes en acier inoxydable.

LOCTITE 402 conserve sa résistance au vieillissement à chaud lorsqu'il est exposé à la température maximale de 150°C (voir figure 6). Après 1000 heures d'exposition, LOCTITE 402 conserve 49% de sa résistance initiale. Par contre, la résistance de l'adhésif traditionnel haute température chute considérablement dans les 500 premières heures d'exposition, en conservant seulement 9% de sa résistance initiale. Une perte plus rapide de la résistance à la traction est observée pour l'adhésif traditionnel universel, dont la résistance est à zéro après 500 heures à 150°C. Cela démontre que la dégradation du polymère à chaîne linéaire se fait plus rapidement à mesure de l'augmentation de la température d'exposition.

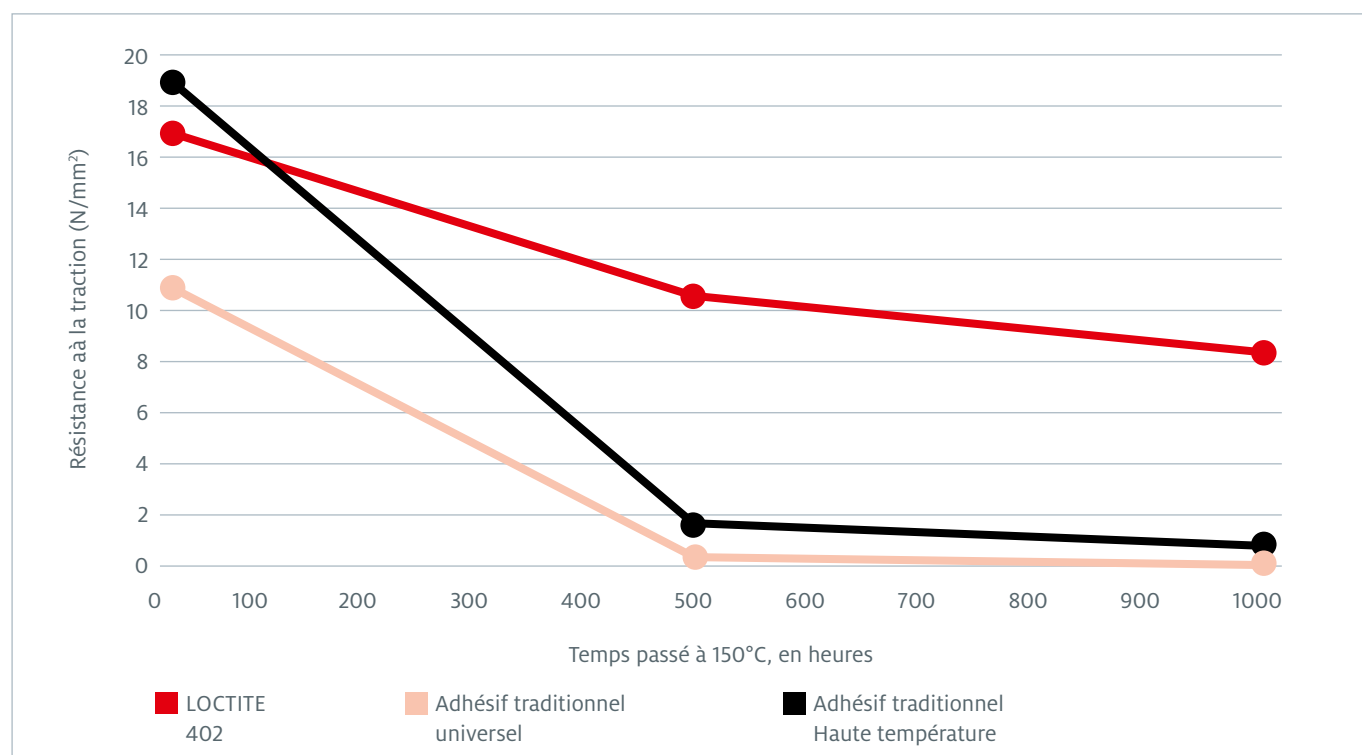


Figure 6

Résistance au vieillissement à chaud de LOCTITE 402, d'un adhésif traditionnel universel et d'un adhésif traditionnel haute température sur 1000 heures à 150°C, sur des éprouvettes en acier inoxydable.

Résistance au vieillissement à chaud après de longues périodes d'exposition à des températures élevées

La caractéristique remarquable de LOCTITE 402 réside dans son impressionnante capacité à endurer des températures élevées et conserver sa résistance au vieillissement à chaud sur de longues périodes d'exposition. LOCTITE 402 est donc le seul adhésif instantané capable de performances à haute température prolongées dans le temps.

Les résistances au vieillissement à chaud de LOCTITE 402, d'un adhésif traditionnel universel et d'un adhésif traditionnel haute température après une exposition à de fortes températures ont été mesurées comme suit :

- Des éprouvettes en acier inoxydable ont été assemblées avec soit LOCTITE 402, soit un adhésif traditionnel universel, soit un adhésif traditionnel haute température.
- Après sept jours de polymérisation à température ambiante, les assemblages ont été exposés à des températures élevées de :
 - 100°C
 - 120°C
 - 135°C
 - 150°C
- Après 500 et 1000 heures d'exposition à chaque température, la résistance des éprouvettes assemblées a aussi été mesurée à cette température.

La figure 7 montre la résistance à chaud à 100°C de LOCTITE 402, d'un adhésif traditionnel universel et d'un adhésif traditionnel haute température après une exposition à cette température pendant de longues périodes. Pour LOCTITE 402, la résistance à chaud augmente pour passer de 7,8 N/mm² initialement, jusqu'à 13,4 N/mm² dans les 500 premières heures d'exposition. Cette meilleure résistance à chaud est maintenue sur les 500 heures d'exposition suivantes à cette température. La résistance à chaud de l'adhésif traditionnel haute température est constante et se maintient à environ 10 N/mm² sur les 1000 heures d'exposition. Pour l'adhésif traditionnel universel, la résistance à chaud chute légèrement, à 5,4 N/mm², après 1000 heures d'exposition.

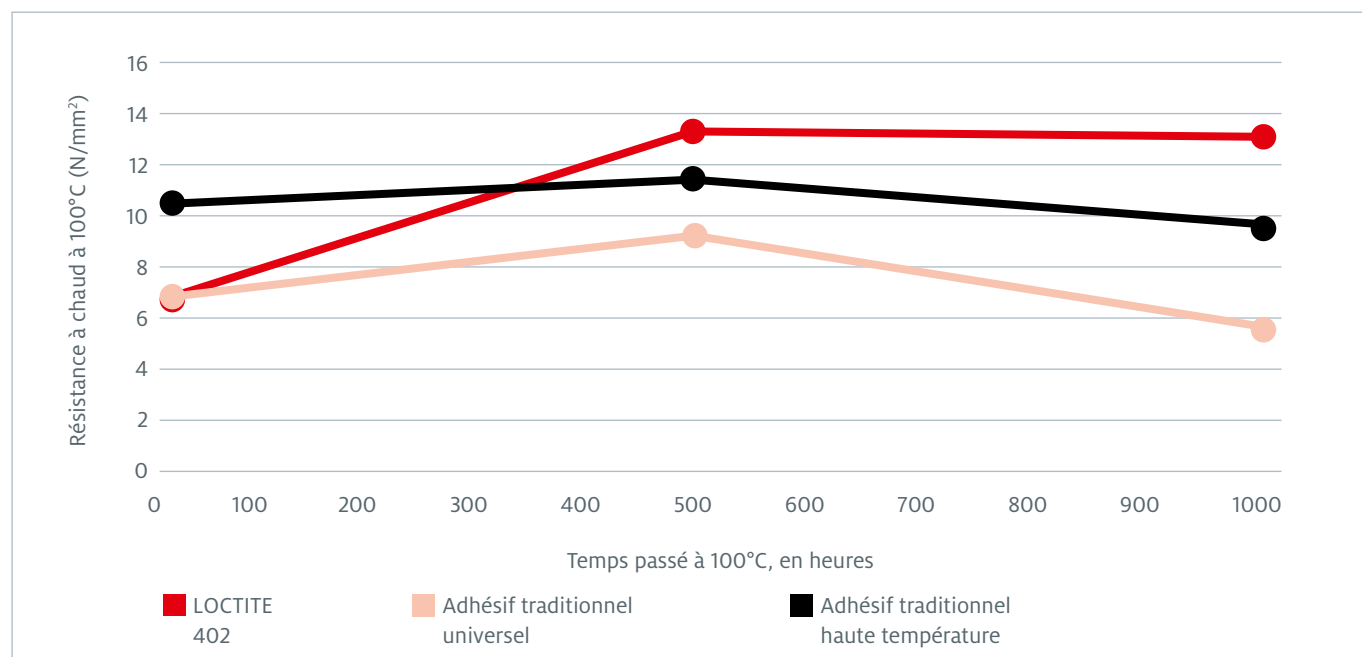


Figure 7

Résistance à chaud à 100°C de LOCTITE 402, d'un adhésif traditionnel universel et d'un adhésif traditionnel haute température sur des éprouvettes en acier inoxydable, après un vieillissement jusqu'à 1000 heures à 100°C.

Pour LOCTITE 402, l'exposition à 120°C donne une légère baisse de résistance à chaud après 1000 heures d'exposition, à 4,8 N/mm² (voir figure 8). Une diminution de résistance à chaud similaire est observée pour l'adhésif traditionnel universel sur le temps d'exposition, passant de 8 N/mm² à 3,9 N/mm² après 1000 heures. Cette diminution de la résistance à chaud dans le temps montre qu'un certain degré de dégradation des propriétés mécaniques du polymère à chaîne linéaire est en cours. Ceci dit, même après 1000 heures d'exposition à 120°C, les deux produits gardent une résistance à chaud suffisante pour se montrer performants dans des applications. En revanche, la résistance à chaud de l'adhésif traditionnel haute température chute à 0,7 N/mm² après 1000 heures d'exposition, ce qui n'est pas suffisant pour être performant dans des applications.

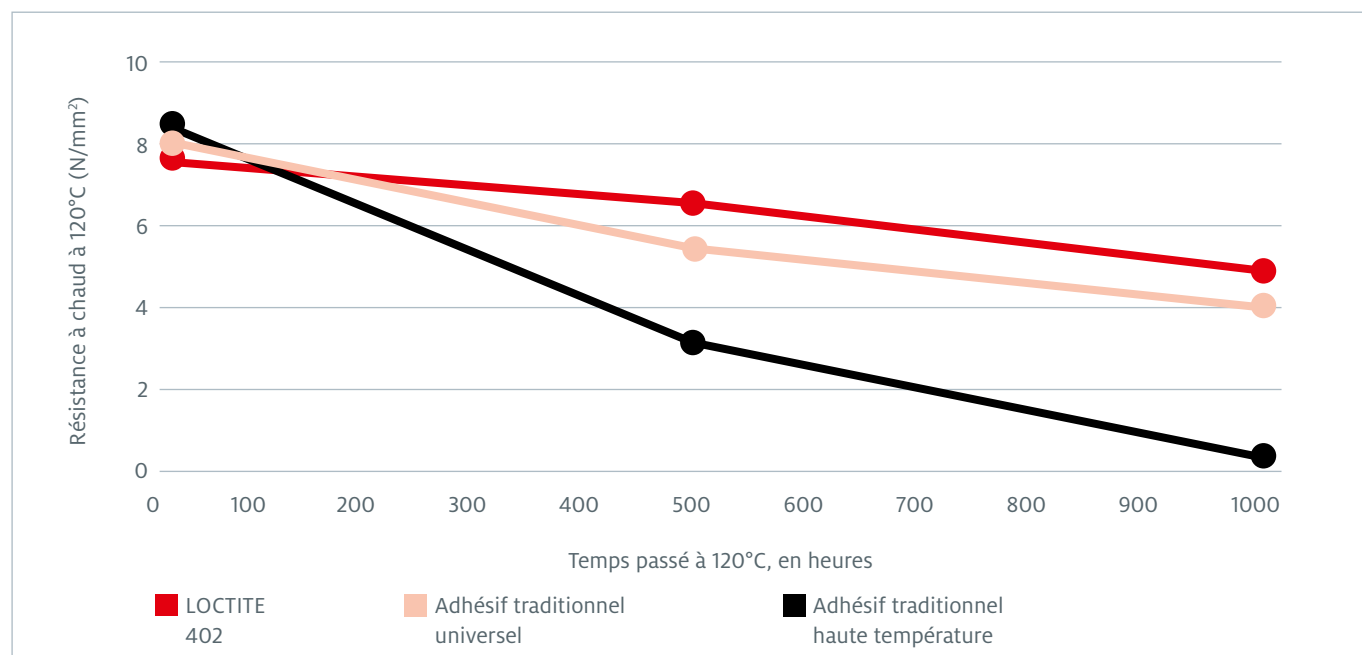


Figure 8
Résistance à chaud à 120°C de LOCTITE 402, d'un adhésif traditionnel universel et d'un adhésif traditionnel haute température sur des éprouvettes en acier inoxydable, après un vieillissement jusqu'à 1000 heures à 120°C.

Au fur et à mesure de l'augmentation de la température d'exposition, la différence entre LOCTITE 402 et les deux autres adhésifs devient plus évidente (voir figure 9). Pour l'adhésif traditionnel universel, la résistance à chaud à 135°C diminue avec le temps. Après 500 heures d'exposition à 135°C, la résistance à chaud est tombée à 1,7 N/mm², ce qui n'est pas suffisant pour être performant dans des applications. Après 1000 heures, la résistance à chaud est à zéro, ce qui indique que la dégradation complète du polymère à chaîne linéaire a eu lieu. Pour l'adhésif traditionnel haute température, la résistance à chaud baisse à 1,4 N/mm² après 500 heures d'exposition, mais reste ensuite à ce niveau pendant les 500 heures suivantes. Mais ici non plus, la résistance à chaud dans le temps n'est pas suffisante pour être performant dans des applications. Par contre, après 1000 heures d'exposition à 135°C, la résistance à chaud de LOCTITE 402 se maintient à 3,8 N/mm². Cette performance prolongée dans le temps est due à la réticulation du polymère allylique, qui donne d'excellentes performances thermiques.

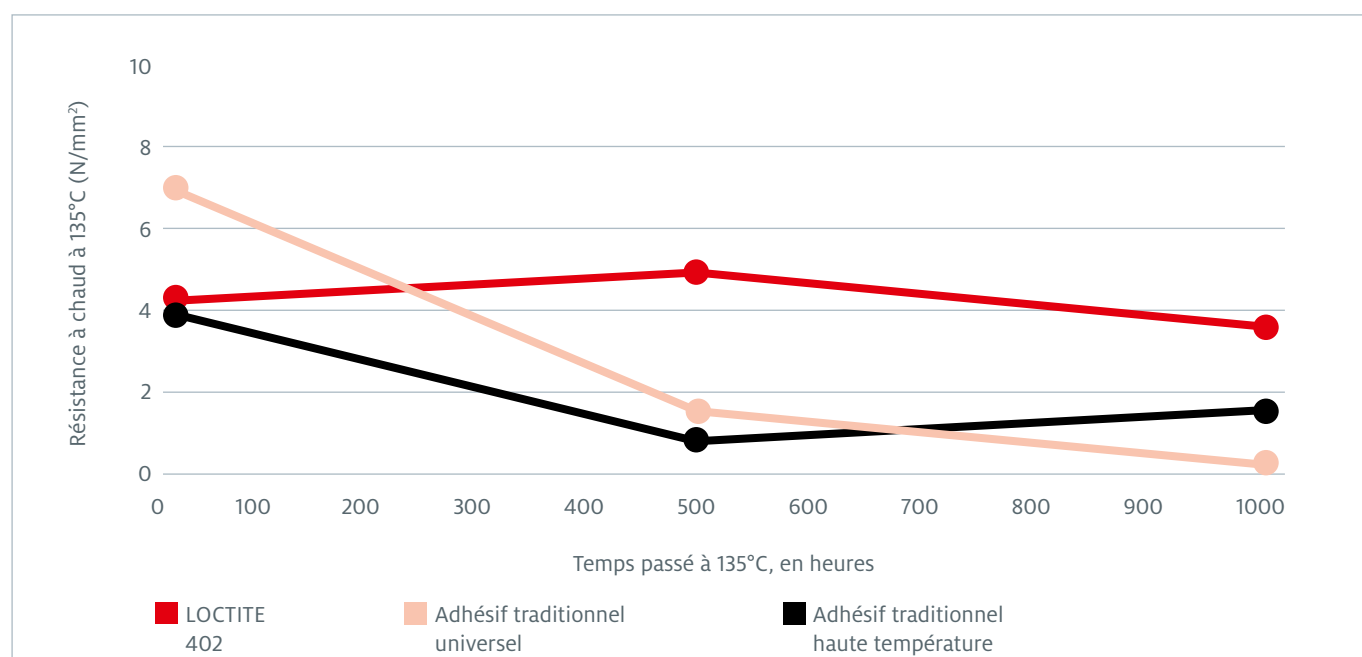


Figure 9

Résistance à chaud à 135°C de LOCTITE 402, d'un adhésif traditionnel universel et d'un adhésif traditionnel haute température sur des éprouvettes en acier inoxydable, après un vieillissement jusqu'à 1000 heures à 135°C.

L'augmentation de la température d'exposition jusqu'à 150°C accélère la dégradation du polymère pour l'adhésif traditionnel universel (voir figure 10). Après 500 heures, le polymère linéaire est presque entièrement dégradé. À 150°C, la résistance à chaud de l'adhésif traditionnel haute température est de 1,7 N/mm² initialement et de 0,9 N/mm² après 1000 heures d'exposition. Il est intéressant de noter que la résistance à chaud de LOCTITE 402 augmente lors des 500 premières heures d'exposition à 150°C, jusqu'à 3,1 N/mm². Cette augmentation de la résistance à chaud indique que la réticulation du polymère allylique a eu lieu, ce qui donne d'excellentes performances thermiques aux éprouvettes collées. Sur les 500 heures d'exposition suivantes à 150°C, la résistance à chaud de LOCTITE 402 se maintient à un niveau adapté pour rester performant dans des applications.

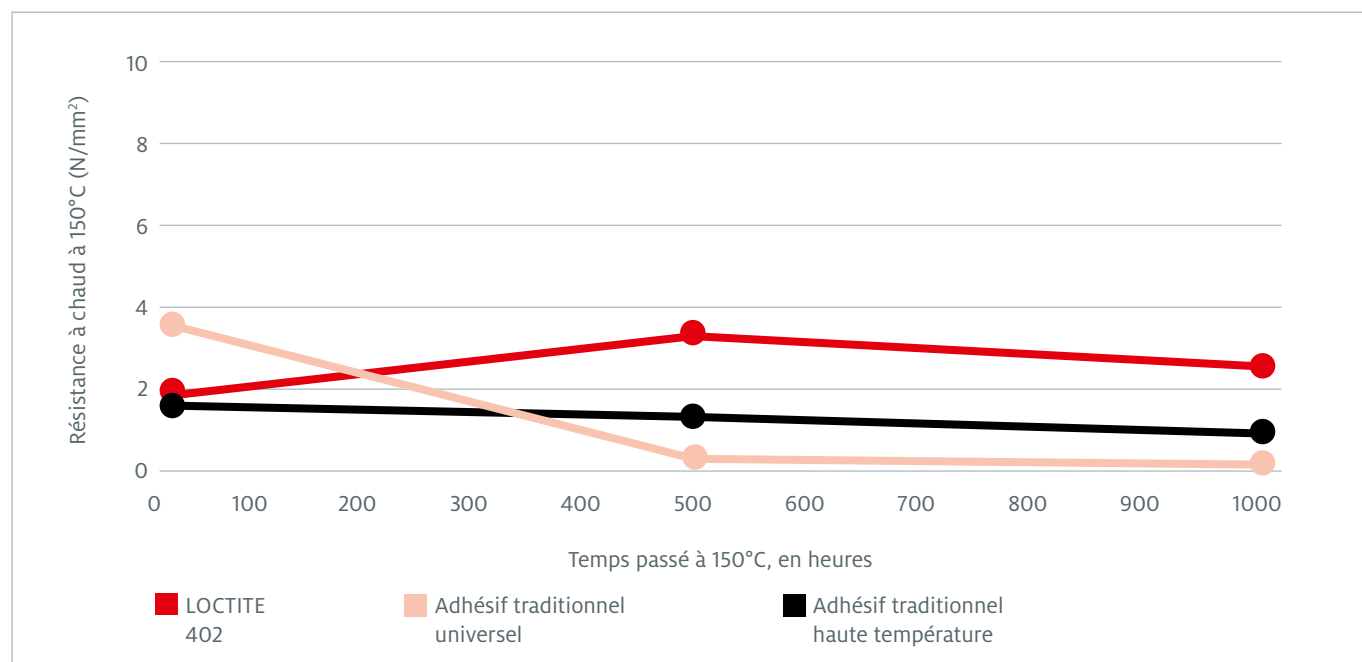


Figure 10

Résistance à chaud à 150°C de LOCTITE 402, d'un adhésif traditionnel universel et d'un adhésif traditionnel haute température sur des éprouvettes en acier inoxydable, après un vieillissement jusqu'à 1000 heures à 150°C.

Résumé des performances à hautes températures

Le tableau 4 propose un résumé des performances globales à hautes températures de LOCTITE 402, de l'adhésif traditionnel universel et de l'adhésif traditionnel haute température. En tenant compte des trois propriétés thermiques, la température d'utilisation recommandée pour LOCTITE 402 va de -40°C à +135°C. Cela s'explique par le fait que la résistance à chaud initiale de LOCTITE 402 à 150°C est de 1,8 N/mm², ce qui est légèrement sous la limite indiquée pour être considéré comme performant dans des applications. Par contre, si une résistance à chaud initiale à 150°C n'est pas une exigence essentielle pour une application donnée, alors LOCTITE 402 peut être utilisé pour des applications à des températures dépassant les 135°C. Des tests avec LOCTITE 402 sont recommandés pour chaque application spécifique.

TABEAU 4

Résumé des performances à hautes températures de LOCTITE 402, de l'adhésif traditionnel universel et de l'adhésif traditionnel haute température, de 100°C à 150°C.

PRODUIT	TEST	100 °C	120 °C	135 °C	150 °C
LOCTITE 402	Traditionnel - Haute température	Oui	Oui	Oui	Non
	Résistance au vieillissement à chaud sur 1000 heures	Oui	Oui	Oui	Oui
	Résistance à chaud sur 1000 heures	Oui	Oui	Oui	Oui
Adhésif traditionnel universel	Résistance à chaud initiale	Oui	Oui	Oui	Oui
	Résistance au vieillissement à chaud sur 1000 heures	Oui	Oui	Non	Non
	Résistance à chaud sur 1000 heures	Oui	Oui	Non	Non
Adhésif traditionnel haute température	Résistance à chaud initiale	Oui	Oui	Oui	Non
	Résistance au vieillissement à chaud sur 1000 heures	Oui	Non	Non	Non
	Résistance à chaud sur 1000 heures	Oui	Non	Non	Non

CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES

Meilleure durabilité dans diverses conditions environnementales

LOCTITE 402 apporte aussi des améliorations en termes de durabilité dans diverses conditions environnementales, par rapport à l'adhésif traditionnel universel. LOCTITE 402 démontre une résistance améliorée dans des conditions de température/humidité élevées, surtout lorsque la température augmente.

La figure 11 montre cette amélioration de performance après 1000 heures de vieillissement à 40°C/98% HR et 65°C/95% HR.

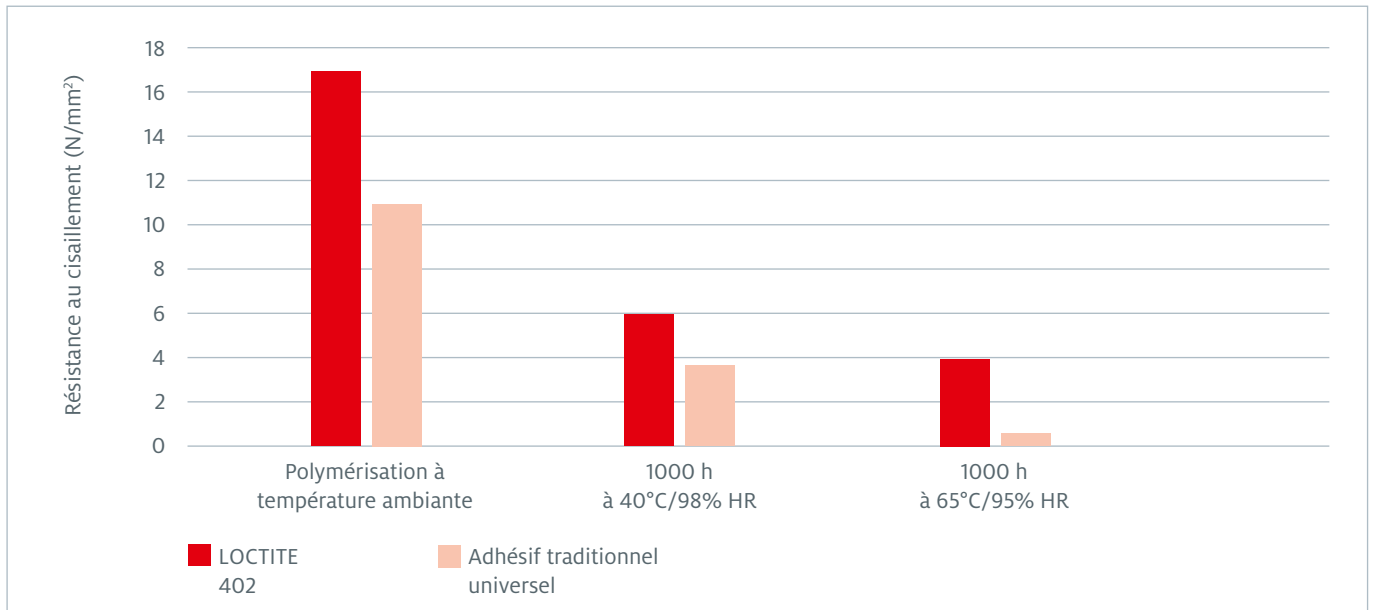


Figure 11

Résistance au cisaillement (N/mm²) pour LOCTITE 402 et un adhésif traditionnel universel sur de l'acier inoxydable après 1000 heures d'exposition dans des conditions mêlant température et humidité élevées.

LOCTITE 402 montre également une excellente résistance à l'exposition à divers solvants/supports, y compris l'essence sans plomb, l'huile de moteur, l'isopropanol et l'éthanol, par rapport à l'adhésif traditionnel universel (voir figure 12).



Figure 12
Résistance à la traction (N/mm²) pour LOCTITE 402 et un adhésif traditionnel universel sur de l'acier inoxydable après 1000 heures de vieillissement environnemental avec divers solvants/supports.

CONCLUSION

Même si de nombreuses méthodes d'assemblage sont disponibles pour les concepteurs et fabricants, les adhésifs instantanés en particulier présentent des avantages qui cadrent bien avec les récentes demandes du marché pour des appareils plus petits, mais aussi plus performants et plus précis. LOCTITE 402 montre des avantages significatifs par rapport aux cyanoacrylates traditionnels, notamment des performances stables à haute température et une durabilité améliorée dans des conditions de chaleur/humidité, tout en conservant les principales caractéristiques qui justifient le choix d'un adhésif instantané (monocomposant, temps de prise rapide, polyvalence d'utilisation sur divers substrats).

LOCTITE 402 est l'adhésif instantané ultraperformant par excellence : rapide, fiable et facile à automatiser, pour un assemblage précis.

Références

1. Cyanoacrylates : Towards High Temperature Resistant Instant Adhesives. A Critical Review, Barry Burns, Rev. Adhesion Adhesives, Vol. 5, Num. 4, Décembre 2017.


Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier Hilary Bryan pour sa contribution afin de générer les données présentées dans ce document.




AUTEURS


Áine Mooney

 aine.mooney@henkel.com

Martin Smyth

 martin.smyth@henkel.com

Tammy Gernon

 tammy.gernon@henkel.com

Michael Jordan

michael.jordan@henkel.com

Oliver Droste

 oliver.droste@henkel.com

Christine Marotta

 christine.marotta@henkel.com