

Les propriétés de résistance à la chaleur d'ARPRO peuvent être cruciales, selon les applications.

Vous trouverez ci-dessous l'ensemble des informations techniques abordées dans ce document.

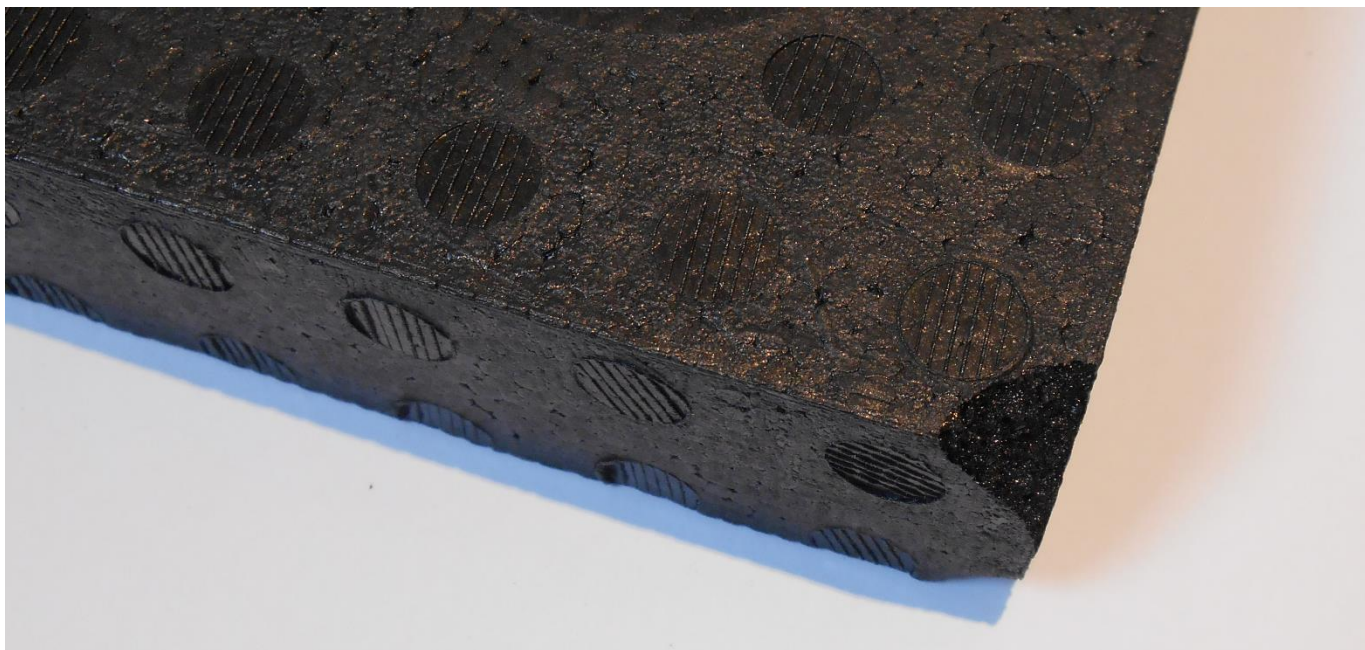
1. Durée de vie attendue d'ARPRO – Dégradation esthétique
2. Durée de vie attendue d'ARPRO – Dégradation des performances
3. Altération des propriétés mécaniques due au vieillissement
4. Altération des propriétés mécaniques due à l'usage
5. Altération des dimensions des pièces moulées due au vieillissement
6. Altération des dimensions des pièces moulées due à l'usage
7. Isolation thermique

1. Durée de vie attendue d'ARPRO – Dégradation esthétique

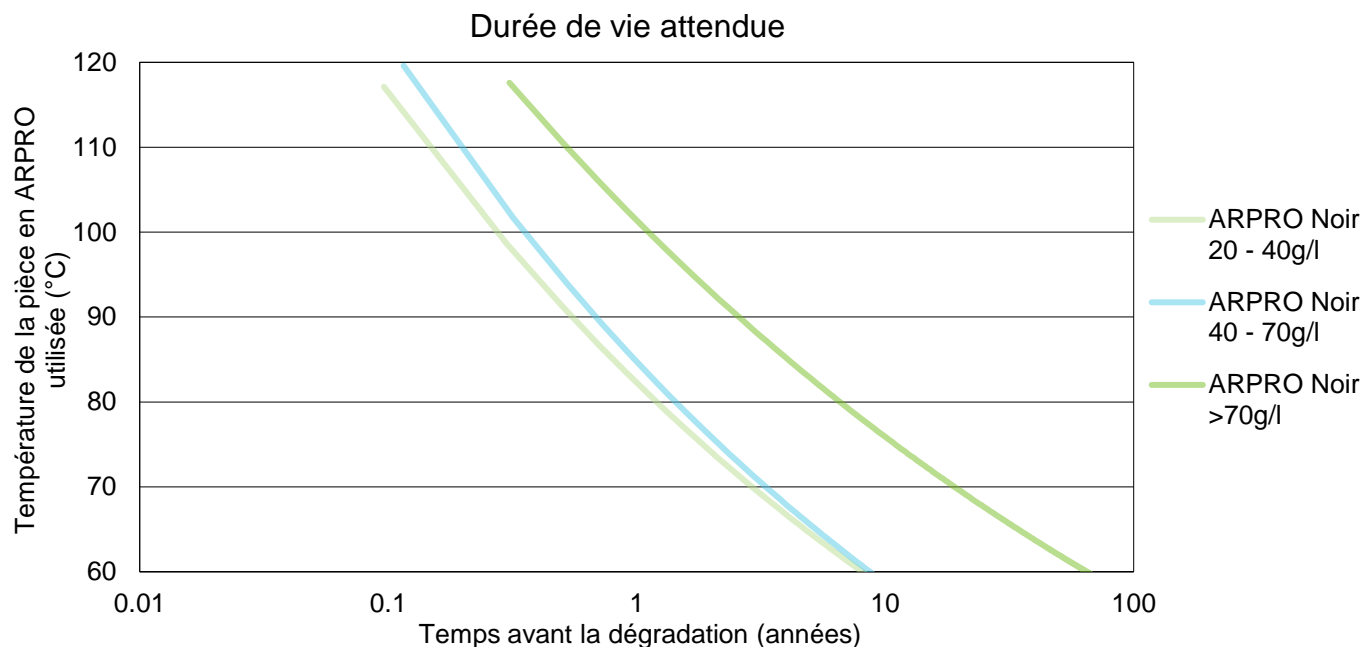
La « durée de vie attendue d'ARPRO » associe la température absolue, la durée de la température appliquée de façon continue et la densité moulée de l'application. Les données de ce document fournissent une indication des performances d'ARPRO à des températures appliquées de façon continue. Les graphiques de cette section illustrent l'instant auquel apparaissent les premiers signes de dégradation (différentes températures, sans contrainte sur la pièce).

Méthode d'essai: Les pièces moulées en ARPRO sont exposées, dans un four sec, à des températures variant entre 85°C et 120°C. La collecte de données est arrêtée au premier signe de toute forme de dégradation (par exemple, formation de poudre ou rupture des chaînes polymères). Les densités d'essai sont ARPRO Noir, entre 20g/l et 100g/l.

Critères: Les premiers signes de dégradation se traduisent par la formation de poudre sur l'échantillon. Cet état fournit un point de données pour le calcul de la durée de vie à la température donnée. Habituellement, la formation de poudre débute dans les coins et sur les bords de la pièce moulée (voir la photo). Lorsque des signes de dégradation apparaissent, les pièces en ARPRO sont retirées du four sec. Tant que cette formation de poudre ne se produit pas, il n'existe aucune altération des propriétés physiques.



Le graphique ci-dessous illustre la durée attendue avant l'apparition des premiers signes de dégradation à différentes températures, sans contrainte sur la pièce.



Pour pouvoir utiliser les courbes, il est nécessaire de connaître la durée de vie minimale attendue ou la température moyenne d'utilisation. Par exemple, si l'application possède une durée de vie de 10 ans, ARPRO peut être utilisé lorsque la température d'utilisation continue est inférieure ou égale à 60°C. Si l'application doit maintenir un profil de température (à des températures variables, ou pendant les saisons d'hiver et d'été), la température moyenne doit être utilisée comme valeur de référence pour obtenir la durée de vie attendue.

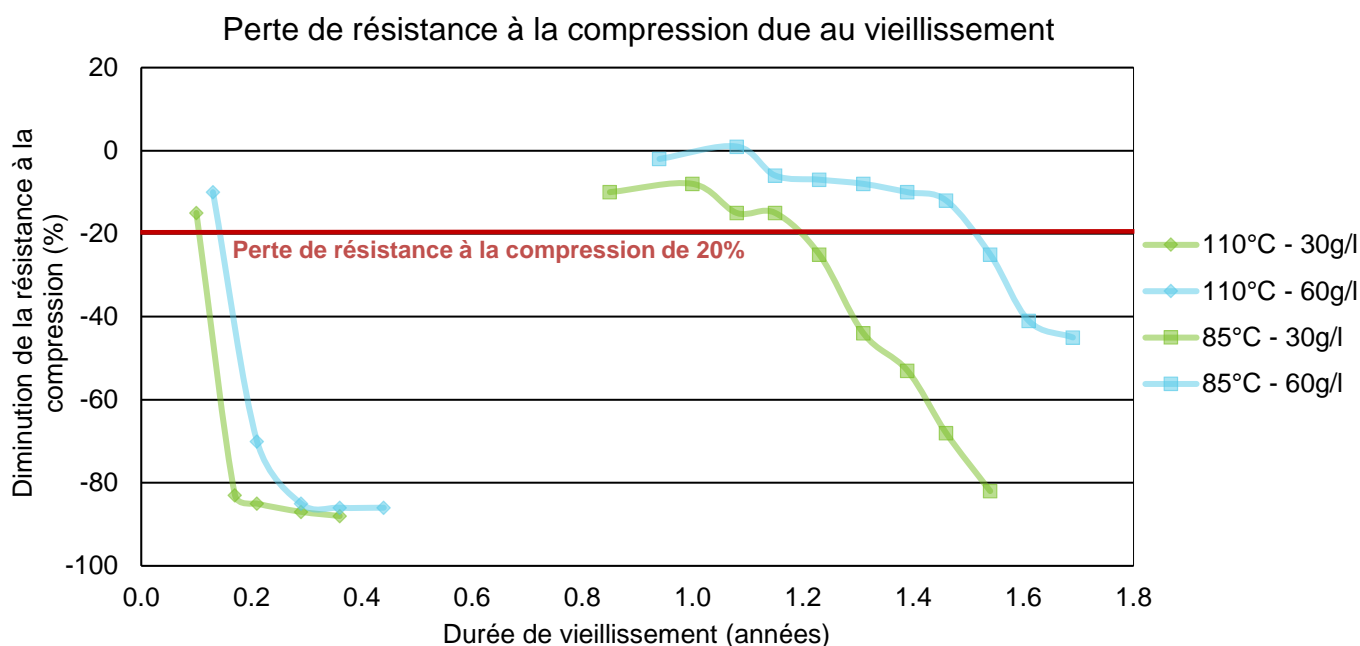
Remarque: certains facteurs accélérateurs peuvent entraîner une diminution de la durée de vie.

- Exposition aux rayonnements UV (veuillez nous contacter au sujet de la « méthode de revêtement » pour plus de détails).
- Contact direct avec des pièces en cuivre, selon la température d'utilisation. Le cuivre entraîne une dégradation d'ARPRO 3 à 6 fois plus rapide à des températures supérieures à 100°C, mais son effet est presque insignifiant à des températures inférieures à 80°C. Pour éviter tout contact entre ARPRO et du cuivre, les solutions suivantes peuvent être mises en œuvre:
 - Couche d'air.
 - Utilisation d'un autre matériau utilisé en tant que couche protectrice (par exemple, feuille d'aluminium).
 - Revêtement du cuivre avec une peinture époxy.

2. Durée de vie attendue d'ARPRO – Dégradation des performances

La mise en poudre n'est pas toujours le « critère d'échec » approprié en fonction de l'application (visible ou non) car les propriétés mécaniques restent inchangées à la première occurrence. La perte de résistance à la compression dépend du temps et de la température (le point initial de chaque courbe provient du graphique « Durée de vie attendue », à la section 1). À basse température, la dégradation est beaucoup plus faible qu'à température élevée.

Méthode d'essai: Les pièces moulées en ARPRO sont exposées, dans un four sec, à des températures de 85°C et 110°C. Dès l'apparition des premiers signes de dégradation esthétique (voir la section 1), la résistance à la compression des pièces moulées en ARPRO est régulièrement contrôlée. Les performances des pièces moulées en ARPRO sont généralement considérées comme compromises lorsque la perte de résistance à la compression est supérieure à 20%. Les densités d'essai sont ARPRO Noir, 30g/l et 60g/l.



Explication des résultats de l'essai: À une température constante de 110°C, ARPRO à 30g/l et 60g/l commence à se dégrader et ses performances diminuent après deux mois. À une température constante de 85°C, la résistance initiale à la compression d'ARPRO à 30g/l diminue de 20% après 15 mois. Pour ARPRO à 60g/l, cela se produit après 18 mois.

3. Altération des propriétés mécaniques due au vieillissement

L'exposition à la chaleur rend ARPRO plus tendre, ce qui peut altérer irréversiblement les propriétés mécaniques du matériau sur une longue période. Cependant, lorsque la température redevient égale à la température ambiante, le vieillissement s'arrête.

Méthode d'essai: La résistance à la compression et la résistance à la traction sont mesurées avant et après le vieillissement. Les échantillons d'essai sont découpés dans des blocs mesurant 400 x 300 x 80mm, vieillis à 110°C pendant 10 jours ou à 130°C pendant 5 jours, conformément à la norme ISO 2440. La densité d'essai est ARPRO Noir, 60g/l.

Essai	Méthode	Unité	Résultat	Résultat
Vieillessement thermique	ISO 2440		110°C - 10 jours	130°C - 5 jours
Résistance à la traction				
Température ambiante initiale	ISO 1798	kPa	930	930
Altération après le vieillissement thermique		%	Jusqu'à 15*	Jusqu'à 15*
Allongement par traction				
Température ambiante initiale	ISO 1798	%	25	25
Altération après le vieillissement thermique		%	Jusqu'à 15*	Jusqu'à 30*
Résistance à la compression 25% de déformation				
Température ambiante initiale	ISO 844	kPa	340	340
Altération après le vieillissement thermique		%	Jusqu'à 5*	Jusqu'à 10*

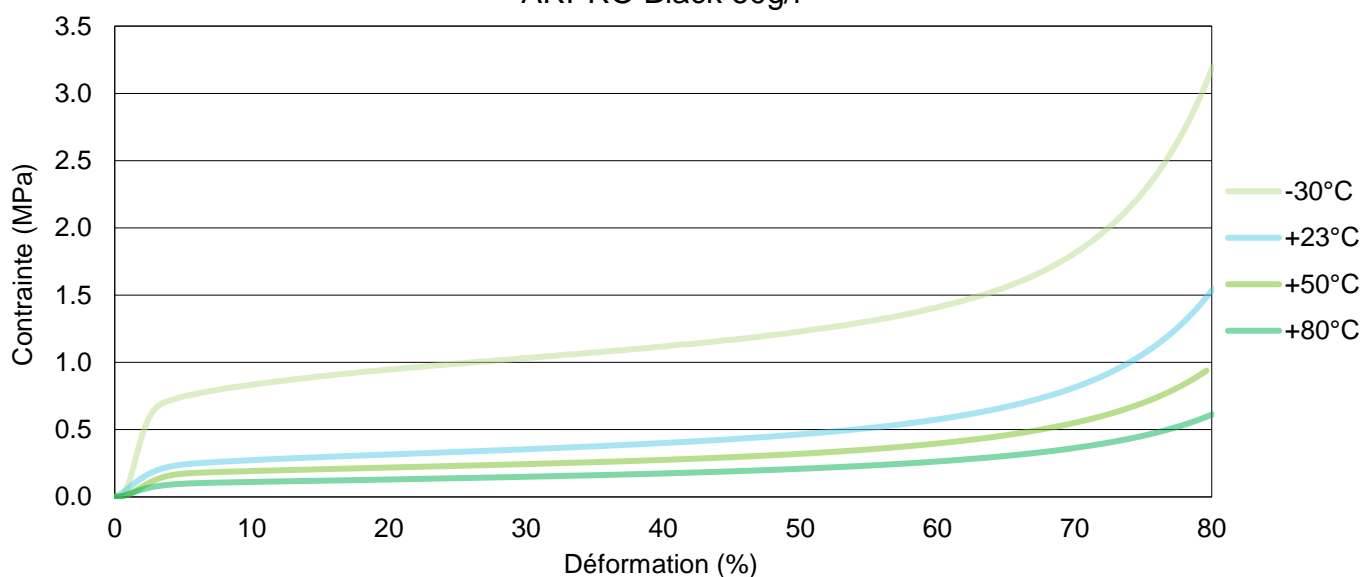
* La variation de la propriété est en partie due à la variation de l'essai. Les résultats des essais de traction, en particulier l'allongement, sont beaucoup plus variables que les résultats de compression. Les autres variations sont dues à la densification des échantillons d'essai, en raison d'un léger rétrécissement durant le vieillissement.

4. Altération des propriétés mécaniques due à l'usage

L'exposition à la chaleur rend ARPRO plus tendre, ce qui peut altérer les propriétés mécaniques du matériau pendant son utilisation; cependant, ces altérations peuvent être inversées. Lorsque la température redevient conforme à la température ambiante, les propriétés mécaniques d'ARPRO redeviennent conformes aux propriétés à température ambiante.

Méthode d'essai: Compression conformément à la norme ISO 844, avec une vitesse de 5mm/min. La densité d'essai est ARPRO Noir, 60g/l.

Propriétés de compression - ISO 844
ARPRO Black 60g/l



Résultats de l'essai: L'application de chaleur sur ARPRO rend le matériau plus tendre; cependant, ARPRO conserve sa résistance résiduelle, même à des températures élevées. Le comportement thermoplastique général reste stable, quelle que soit la température de l'essai, même sous la température de transition vitreuse (environ -10°C).

5. Altération des dimensions des pièces moulées due au vieillissement

Les pièces moulées contiennent des particules d'ARPRO. Dans la mesure où les dimensions de chaque particule peuvent être affectées par la chaleur, les dimensions des pièces moulées sont également affectées.

Les températures froides ont moins d'effet sur les dimensions; les variations les plus importantes sont imputables à des températures élevées. L'effet est un léger rétrécissement de la pièce, en fonction de la température appliquée, de la durée du vieillissement et de la densité d'essai. Une légère densification, de 1g/l à 5g/l, est observée aux températures et densités présentées ci-dessous.

Méthode d'essai: ISO 2796. Trois échantillons d'ARPRO, mesurant 100 x 100 x 25mm, sont chauffés dans un four à air sec et vieillis à 110°C pendant 10 jours ou à 130°C pendant 5 jours. La température est réglée à $\pm 2^\circ\text{C}$. Les dimensions sont mesurées avant et après le processus de vieillissement, à 3 moments différents, dans toutes les directions. Les valeurs présentées dans cette fiche technique sont la moyenne des variations de longueur, de largeur et d'épaisseur.

Densité de l'ARPRO moulé (g/l)	Altération des dimensions linéaires (%)	
	Vieillissement à 110°C pendant 10 jours	Vieillissement à 130°C pendant 5 jours
30	- 1.0	- 5.8
60	- 0.6	- 3.0
80	- 0.6	- 1.7
150	- 0.6	- 1.1

Remarque: Cet effet peut être partiellement augmenté ou diminué, en variant les réglages de la presse pendant le moulage. (Veuillez nous contacter pour plus d'informations concernant la « variation des réglages de la presse pendant le moulage »).

6. Altération des dimensions des pièces moulées due à l'usage

Le coefficient de dilatation thermique linéaire (CLTE) d'un matériau est sa tendance à se dilater (ou rétrécir) sous l'influence de la température (chaleur et froid). Cependant, ARPRO peut compenser ces variations dimensionnelles, si une contrainte mécanique est appliquée.

Méthode d'essai: Des marques de référence sont tracées à des intervalles de 25mm dans le sens de la longueur, à partir d'une extrémité de l'échantillon; l'échantillon est placé dans une chambre thermostatique, à une température initiale, pendant 24 heures. La longueur de référence est mesurée immédiatement après le retrait de la chambre thermostatique. L'échantillon est ensuite placé à une température finale pendant 24 heures. La longueur de référence est mesurée une nouvelle fois, immédiatement après ce traitement thermique. Les températures initiale et finale utilisées sont de -40°C à 20°C et de 20°C à 80°C. Les densités d'essai sont ARPRO Noir à 20g/l et 200g/l.

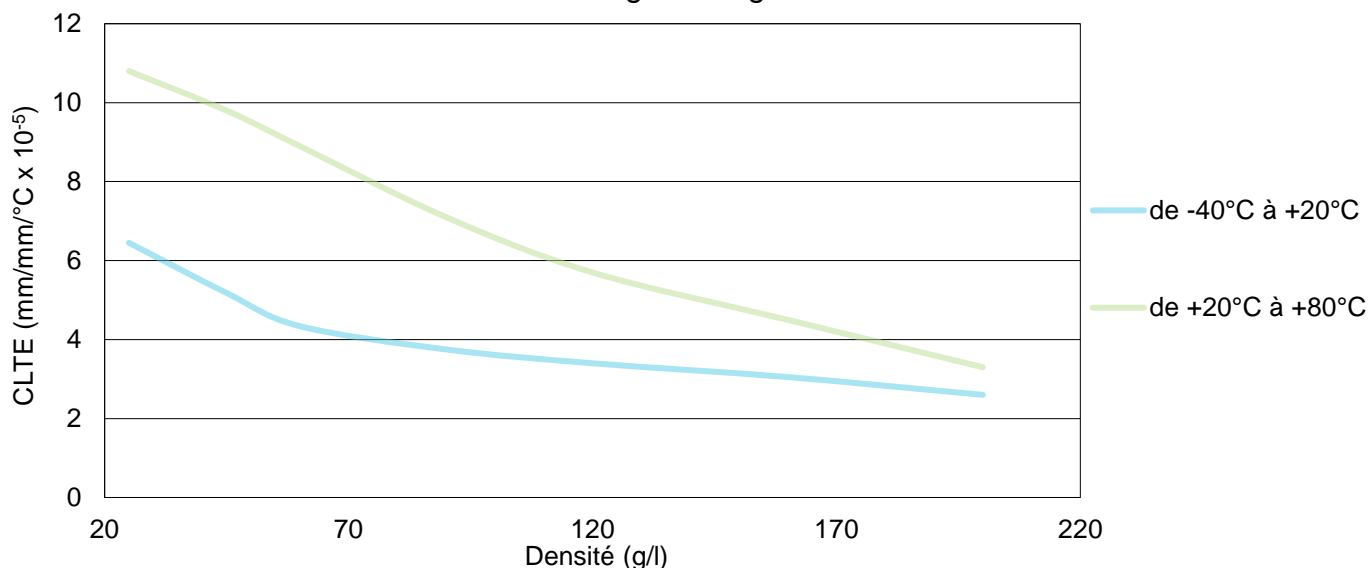
Le coefficient de dilatation thermique linéaire (CLTE), exprimé en K, est calculé au moyen de l'équation:

$$K = (L_1 - L_0) / (\Delta T * L_0)$$

Où: L1 est la longueur de l'échantillon lors de l'exposition à la température finale, L0 est la longueur de l'échantillon lors de l'exposition à la température initiale et ΔT est la température finale moins la température initiale.

Remarque: Les résultats finaux peuvent varier légèrement, en fonction de la géométrie spécifique de la pièce moulée.

Coefficient de dilatation thermique linéaire (CLTE)
ARPRO Noir 20g/l à 200g/l



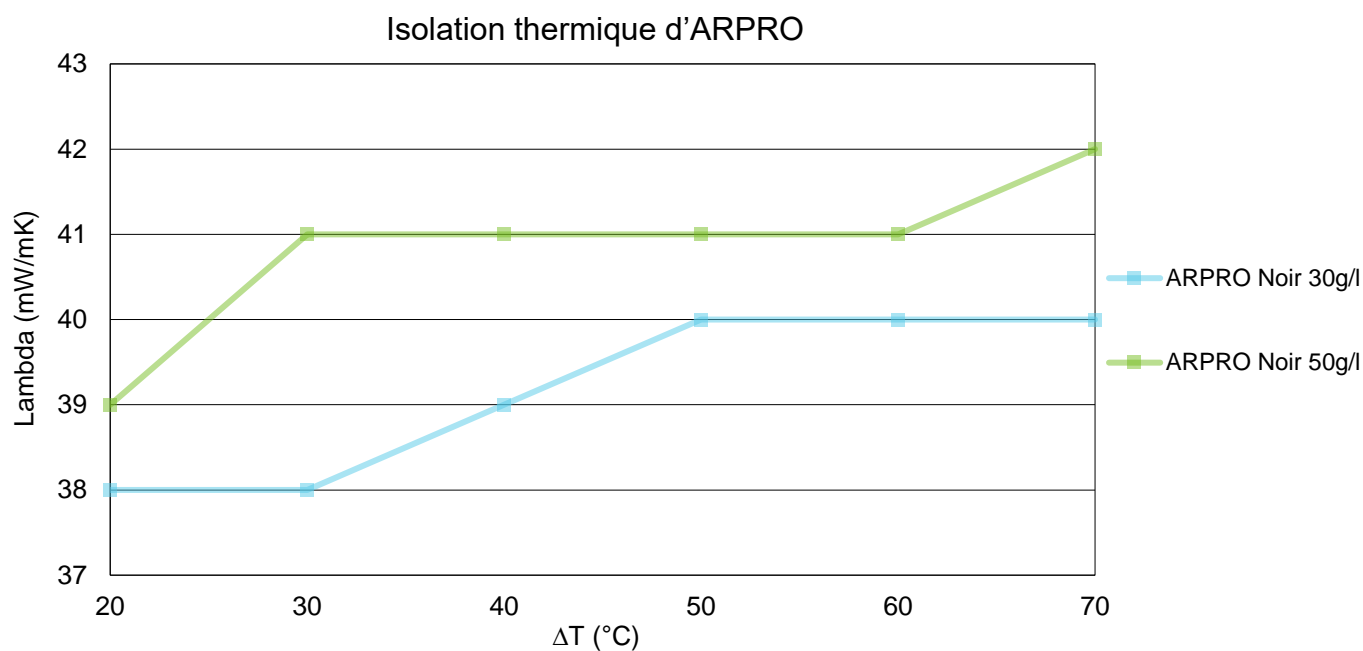
Explication des résultats de l'essai: Pour ARPRO à 160g/l, de 20°C à 80°C, les dimensions d'ARPRO changent de 4.5*10⁻⁵mm par mm, par °C. Ceci signifie que la longueur initiale d'une pièce en ARPRO à 160g/l est de 100mm; après 24 heures de conditionnement à 80°C, la longueur finale de la pièce sera de 100.27mm.

$$L_1 = L_0 + K * \Delta T * L_0 = 100 + 4.5 \cdot 10^{-5} * 60 * 100 = 100.27\text{mm}$$

7. Isolation thermique

Les données ci-dessous sont obtenues à partir de 2 essais différents; elles fournissent la conductivité thermique (λ) d'un matériau. Plus la valeur λ est basse, plus l'isolation est performante.

Méthode d'essai A: ISO 8301. Les résultats sont obtenus en appliquant une différence de température croissante entre deux plaques. La température varie de 20°C à 70°C. La température de la plaque froide est maintenue à 21°C, tandis que la température de la plaque chaude est variable. Ici, λ caractérise la fonction du gradient de température. Les densités d'essai sont ARPRO Noir à 30g/l et 50g/l.



Méthode d'essai B: ISO 8301-8302. Un élément chauffant gardé est placé entre deux échantillons moulés, placés en contact avec un fluxmètre thermique et une plaque de refroidissement. La valeur est déterminée par le flux de chaleur, la différence de température moyenne entre la surface de l'échantillon et les dimensions de l'échantillon. Ces résultats sont obtenus avec une variation de la température moyenne (de 10 à 40°C), mais la différence entre la plaque froide et la plaque chaude est toujours de 16°C. Ici, λ caractérise l'énergie transférée par unité de surface et temps, avec un gradient de température de 1°C/m. Les densités d'essai sont ARPRO Noir entre 20g/l et 220g/l, ARPRO Blanc entre 20g/l et 80g/l et ARPRO Gris entre 40g/l et 60g/l.

Remarque: Certains additifs peuvent influencer l'isolation thermique. Par exemple, le pigment « noir carbone » permet de réfléchir certains rayonnements; donc l'ARPRO Gris isole mieux que l'ARPRO Blanc.

