



PHCbi

PHC Europe B.V.

Franck Babonneau

Franck.babonneau@eu.phchd.com

0631365317

Life Science Innovator Since **1966**

Comment réduire la consommation électrique et l'empreinte écologique de son parc de congélateurs -80°C ?

PHCbi



Dépensez moins – Conservez mieux

- **Constats sur la consommation des congélateurs ultra basses températures (UBT)**
- **Consommer moins : quelles solutions ?**
- **Les solutions PHCBI**

Constats sur la consommation des congélateurs UBT

❖ Au sein d'un laboratoire :

- Conservation à UT par le froid le **poste le plus énergivore**
- **Impossible d'éliminer** ce type de conservation
- Besoin en conservation en **perpétuelle évolution**

Situation climatique/économique => indispensable d'agir pour **réduire cette dépense**

Constats sur la consommation des congélateurs UBT

❖ Quelques chiffres pour se rendre compte

- Un congélateur -80°C neuf, de technologie récente, d'un volume de 500 litres consomme environ **8-12 kWh/jour** (dépendant des marques)

➤ *Que représente 1 kWh ?*

Avec 1 kiloWattheure (kWh)



Ainsi, sur 24H, un congélateur UBT consomme l'équivalent de :

- **40 à 80 km d'une voiture électrique**
- **1 mois d'alimentation d'une BOX internet**
- **10 lessives**

Consommer moins sur un parc existant : quelles solutions ?

❖ 5 types de mesures à prendre

- **Mesures préventives** : entretien du congélateur UBT
- **Mesures organisationnelles** : utilisation du congélateur UBT
- **Mesures spatiales** : bon emplacement du congélateur UBT
- **Mesures scientifiques** (Consigne choisie)
- **Mesures stratégiques / parc**

Consommer moins sur un parc existant : quelles solutions ?

1 . Mesure préventive

=> **Dégivrer et nettoyer le filtre!**

-
- Consommation d'un **congélateur UBT givré** (versus « propre ») : + 20% à 40% , soit +2 à +4 kWh/jour
 - Temps nécessaire pour prélever un échantillon dans un congélateur UBT givré (versus « propre ») = + 20%

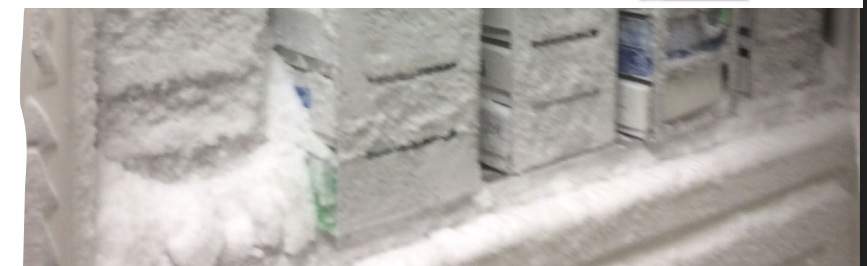
=> **Il est indispensable de lutter régulièrement contre la formation du givre !**

Nous conseillons :

- Toutes les 4 semaines à minima : **gratter les joints, dégivrer les sous portes, enlever le givre/neige/glace de la zone de stockage.**
- Si nécessaire ou conseillé: **dégivrer totalement**

Un filtre sale (versus un filtre propre) provoque une surchauffe au niveau du condenseur : **consommation augmentée de +5%**

=> **Il est indispensable que le filtre soit nettoyé régulièrement**



Consommer moins sur un parc existant : quelles solutions ?

2 . Mesure organisationnelle

=> Limiter le temps d'ouverture de porte

- 16 Ouvertures de porte de 1 minutes = surconsommation de 2 kWh
- 16 Ouvertures de porte de 2 minutes = surconsommation de 6 kWh => optimiser ses ouvertures !

- Organiser stratégiquement vos congélateurs UBT : utiliser des racks (à tiroirs ++) => moyenne de 8 secondes pour prélever un échantillon

- Congélateur UBT bien rangé = accès rapide à l'échantillon recherché = temps d'ouverture de porte diminué

- Utilisez des mappings précis de vos congélateurs (je sais exactement où est l'échantillon souhaité avant d'ouvrir)

- Et au passage moins de formation de givre et moins réchauffement de vos sample

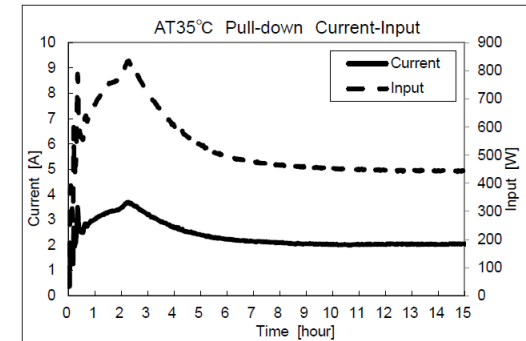
- Si longue intervention sur une boîte d'échantillons : la prélever et refermer le congélateur

- => formation des utilisateurs

- Au passage pour les -80 équipés de vraies sous-portes isolées : l'ouverture de la sous -porte haute consomme près de 2 fois d'énergie.



SUR-624-P



Consommer moins sur un parc existant : quelles solutions ?

- Ici : à vide
- Ouverture sous portes du haut de 1 minute

Position des sondes ET températures mesurées avant ouverture :

	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09
20-févr-2018 15:00:00	-79,00	-77,94	-78,08	-78,24	-77,88	-79,32	-79,59	-79,61	-79,20

Après 1 minute d'ouverture de la sous-porte supérieure :

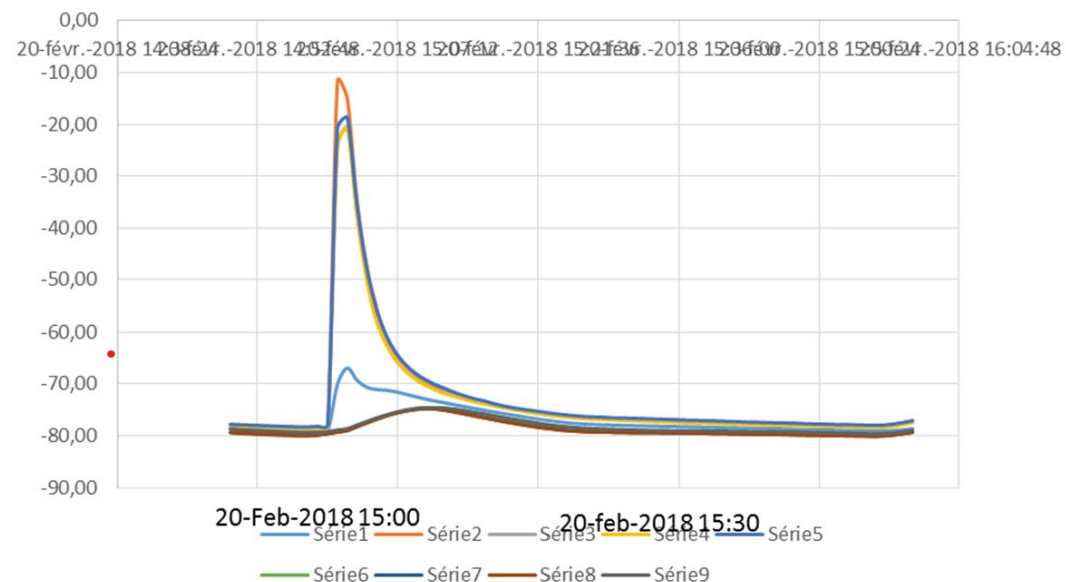
	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09
20-févr-2018 15:01:00	-70,07	-11,68	-24,22	-24,05	-20,80	-79,03	-79,23	-79,28	-78,87

Conclusion : les températures dans le compartiment du bas ne bouge presque pas, grâce à nos sous-portes internes isolante.

P06	P07	P08	P09
-79,03	-79,23	-79,28	-78,87

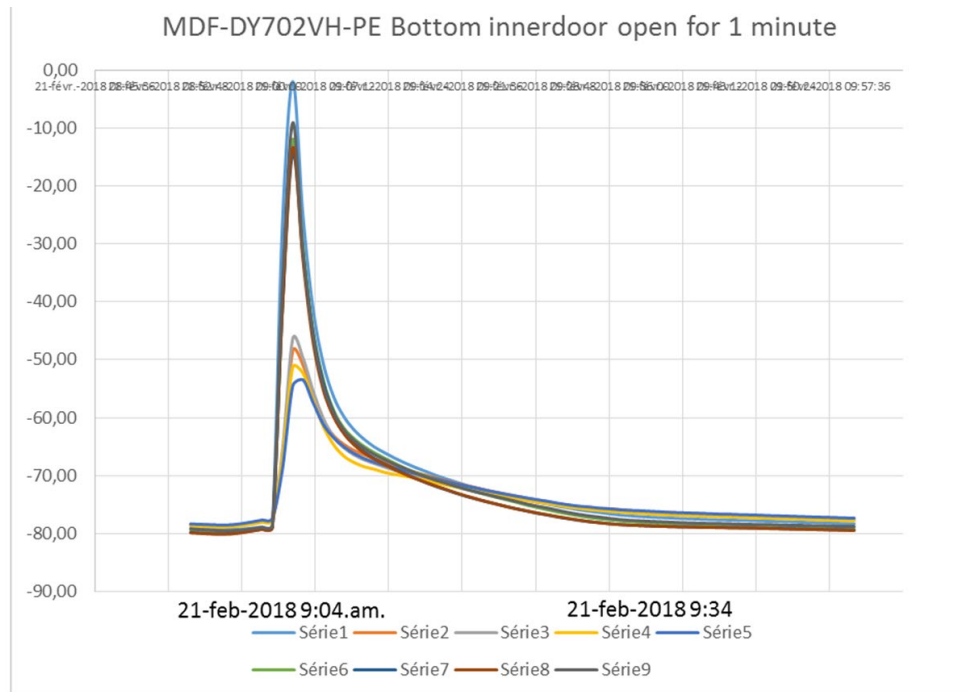
Temps de retour en dessous de -70°C pour la partie supérieure : **11 minutes**

	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09
20-févr-2018 15:00:00									
20-févr-2018 15:11:00	-73,25	-70,33	-70,86	-71,09	-70,06	-74,55	-74,76	-74,81	-74,55



Consommer moins sur un parc existant : quelles solutions ?

- Ici : à vide
- Ouverture sous portes du bas de 1 minute



Position des sondes ET températures mesurées avant ouverture

	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09
21-févr-2018 09:04:00	-78,66	-77,46	-77,57	-77,70	-77,37	-78,85	-78,95	-78,97	-78,66

Après 1 minute d'ouverture de la sous-porte inférieure :

	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09
21-févr-2018 09:05:00	-26,19	-67,00	-65,50	-66,84	-68,76	-40,36	-40,81	-40,37	-36,53

Conclusion : les variations de températures dans le compartiment du haut sont faibles, grâce à nos sous-portes internes isolantes.

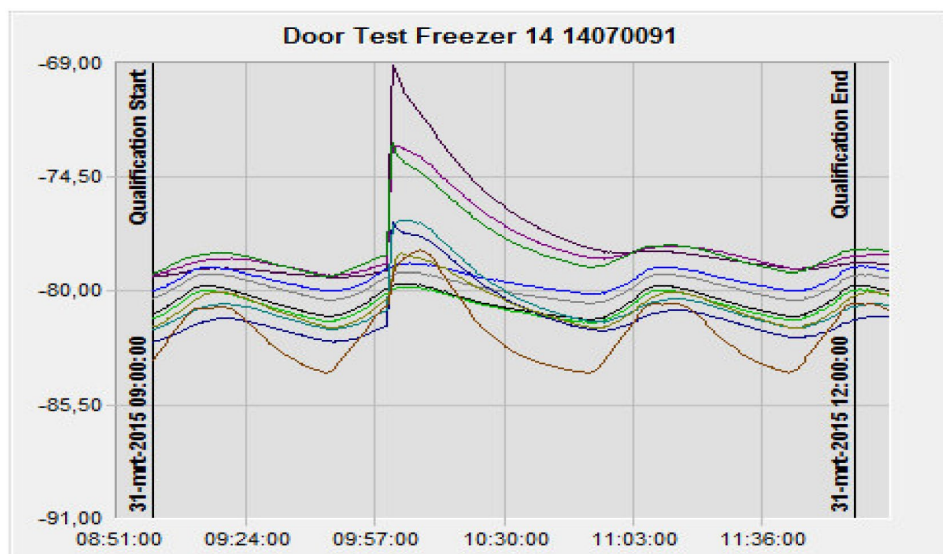
P02	P03	P04	P05
-67,00	-65,50	-66,84	-68,76

Temps de retour en dessous de -70°C pour la partie inférieure : **14 minutes**

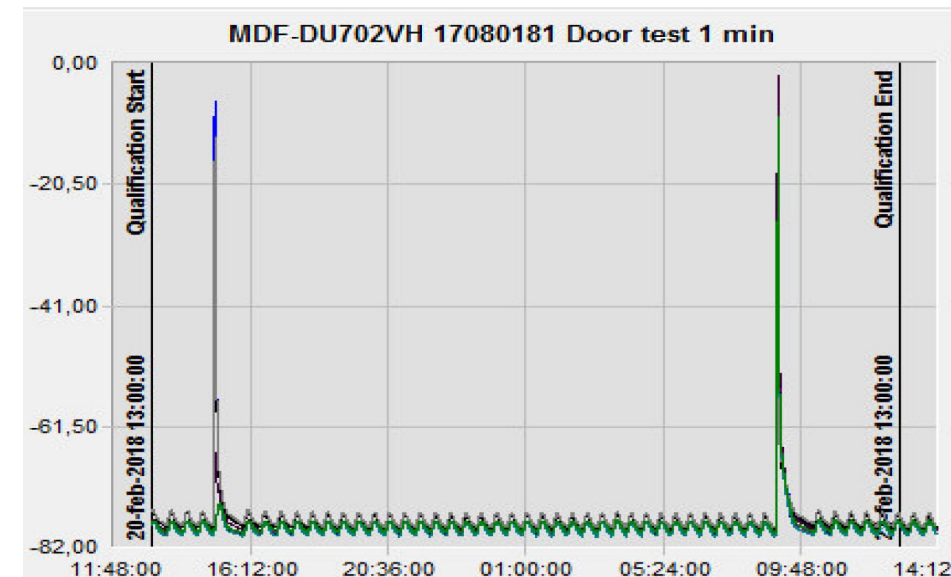
21-févr-2018 09:05:00	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09
21-févr-2018 09:19:00	-69,95	-70,39	-70,90	-71,24	-70,55	-70,78	-71,85	-71,78	-70,79

3. Mesure organisationnelle

=>Remplissez vos congélateurs .



Congélateur plein



Congélateur vide

Effet de l'ouverture de porte de 1 minute

Plus un congélateur est plein, moins il consomme suite à une ouverture

- ❑ **Mesure organisationnelle**
=> **Choisissez la bonne température de conservation.**

Pour limiter le besoin croissant en nombre de congélateurs -80, ne stockez pas tout à -80.

Pour exemple des études montrent que vous pouvez conserver sans crainte et sans limite de temps à -20° :

=> L'ADN

=> Les moisissures

=> Les bactéries

=> Les levures

=> Triez vos échantillons en fonction de leur nature!

Consommer moins sur un parc existant : quelles solutions ?

4 .Mesure organisationnelle

=> **Jetez**

Trier vos échantillons : coût annuel énergétique de conservation d'un tube 2 mL = 0,2 € => **conserver un échantillon qui ne sera plus jamais utilisé est une mauvaise idée => jetez !**

En résumé : la règle à suivre pour le -80 :

Trier / Organiser / Jeter / Remplir

Consommer moins sur un parc existant : quelles solutions ?

❖ Mesures spatiales : bon emplacement du congélateur UBT

- Positionner le congélateur UBT dans une pièce à T°C régulée (20 à 23°C) :

⇒ La consommation pour une température ambiante de 30°C est augmentée de 15% (versus ambiante 23°C)

⇒ La Clim. consomme 1/3 de ce qu'elle dégage

23	6,7
30	7,8

- La quantité de givre formée est directement dépendante de l'humidité de la pièce :

⇒ Idéalement le congélateur sera positionné dans une pièce climatisée = moins d'humidité ambiante

Consommer moins sur un parc existant : quelles solutions ?

❖ Bilan des mesures préventives et organisationnelles

- Organisez votre congélateur
- Jetez les échantillons non-utilisés
- Conservez les échantillons à la bonne température
- Remplissez vos congélateurs
- Limitez la fréquence et la durée des ouvertures de porte
- Nettoyez régulièrement le filtre
- Dégivrez régulièrement
- Climatisez votre pièce de stockage

**=> POUR UNE BAISSSE DE 30 à 40% DE VOS CONSOMMATIONS
ELECTRIQUES <=**

Mesures simples et rapides pour réduire de 30% la consommation énergétique de vos congélateurs -80°C

Mesures préventives : entretien du congélateur -80°C

Consommation d'un congélateur UBT (Ultra-Basse Température) givré versus congélateur UBT « propre » : + 20%

Temps nécessaire pour prélever un échantillon dans un congélateur UBT givré versus congélateur UBT « propre » : + 20%

=> Il est indispensable de lutter régulièrement contre la formation du givre !

Mon conseil :

- 1 fois/mois : **gratter les joints**
- Tous les 24 mois : **dégivrer totalement**

Un filtre sale (versus un filtre propre) provoque une surchauffe au niveau du condenseur : consommation augmentée de +5%

=> Il est indispensable que le filtre soit nettoyé régulièrement

Mon conseil :

- 1 fois/mois : **nettoyage du filtre**

Mesures organisationnelles : utilisation du congélateur -80°C

⇨ Trier / Organiser / Jeter / Remplir

Organiser stratégiquement vos congélateurs UBT : utiliser des racks (à tiroirs ++) => **moyenne de 8 secondes pour prélever un échantillon.**

⇨ **Congélateur UBT bien rangé** = accès rapide à l'échantillon recherché = temps d'ouverture de porte diminué = moins de perte de froid = **diminution formation givre**

Le froid étant plus lourd que l'air, il « tombe » et reste dans le bas du congélateur, ainsi :

- L'ouverture d'une porte haute est moins énergivore que l'ouverture d'une porte basse (car moins de perte de froid)
- ⇨ **Placer les échantillons dont vous avez souvent besoin en partie haute**

Ouverture de porte de 2 minutes = surconsommation => optimiser ses ouvertures !

⇨ Si longue intervention sur une boîte d'échantillons : **la prélever et refermer le congélateur**

Trier vos échantillons => conserver un échantillon qui ne sera plus jamais utilisé est une mauvaise idée => **jetez !**

Remplir votre congélateur UBT : plus d'inertie = consommation plus basse + moins de givre

Mesures spatiales : bon emplacement du congélateur -80°C

Positionner le congélateur UBT dans une pièce à T°C régulée (16 à 21°C) :

⇨ La consommation pour une température ambiante de 30°C est augmentée de 30% (versus ambiante 20°C)

La quantité de givre formé est directement dépendante de l'humidité de la pièce :

⇨ Idéalement le congélateur sera positionné dans une pièce à humidité régulée

**Consommer
moins sur un parc
existant : quelles
solutions ?**

❖ **Mesure scientifique**

1) Passer la T°C de consigne des congélateurs UBT de -80°C à -70°C

=> pas certain que ce soit la bonne solution

Données fabricant :

T°C de consigne à -70°C versus -80°C : **consommation inférieure de 20 à 30%.**

Soit 1,7 kW/jour

-70	23	5,0
	30	6,2
-80	23	6,7
	30	7,8

Consommer moins sur un parc existant : quelles solutions ?

❖ Analyse des pistes évoquées

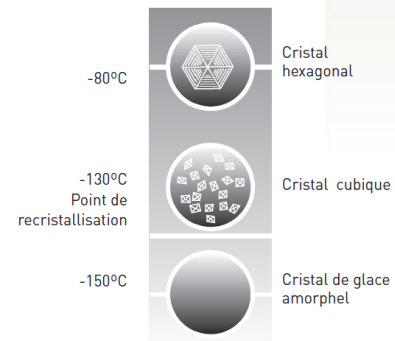
Des études suggèrent que la qualité de la conservation est équivalente que l'on soit à -70°C ou à -80°C

D'autres études montrent que c'est à -65 que le cristal de glace devient agressif.

Bémol : peu de recul sur la $T^{\circ}\text{C}$ de -70°C

L'échantillon est agressé à chaque passage au-dessus de -65°

Mécanisme de recristallisation



Freezing Temperatures

Crystallization (freezing) point of water

0°C

1st re-crystallization point of water

Below -80°C

2nd re-crystallization point of water
CRITICAL TEMPERATURE

-130°C ~ -135°C

Liquid Nitrogen temperature

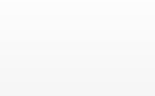
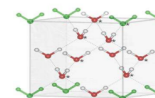
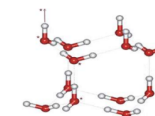
-196°C

Hexagonal crystals
(open structure)

Cubic crystals
(open structure)

Amorphous ice
(closed structure)

PHCbi



Consommer moins sur un parc existant : quelles solutions ?

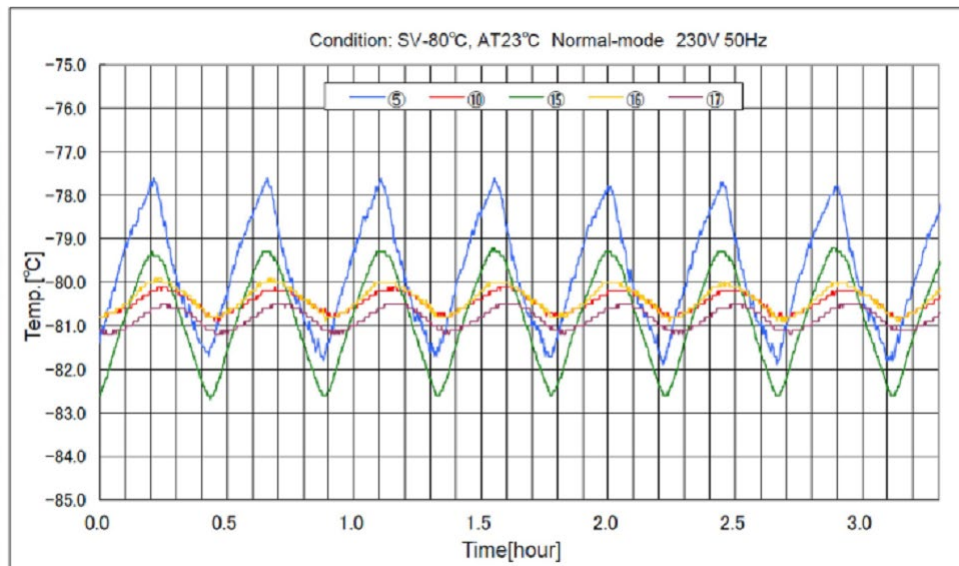
❖ **Passez la consigne à -70 => attention à la stabilité/homogénéité !**

Les données précédentes sont pour de l'eau pure.

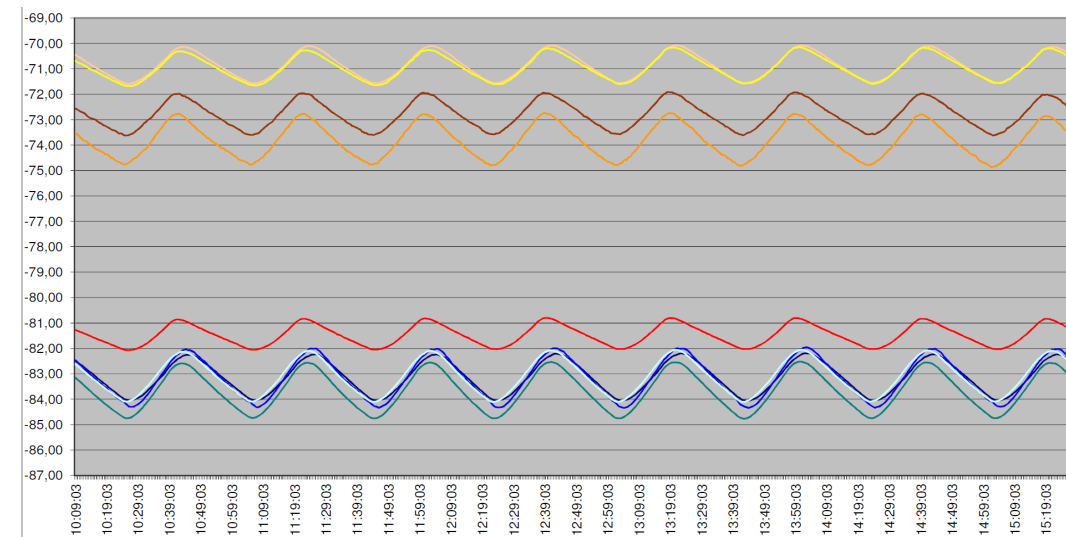
Vos échantillons ont des cryo-conservateurs (tampons, solutions spéciales...).

Le point de recristallisation se déplace vers -70°C/-65°C

- A chaque passage au dessus de -65°C => l'échantillon est **physiquement agressé par le cristal de glace**
- Un congélateur UBT n'est pas parfaitement homogène : l'homogénéité est très variable selon les marques
- Pour une valeur affichée à -80, la température en certains points peut se situer à -71
- Pour une valeur affichée à -70, la température en certains points peut se situer à -61 donc au dessus de -65 => l'échantillon est agressé!



Congélateur PHCBI



Congélateur marque T

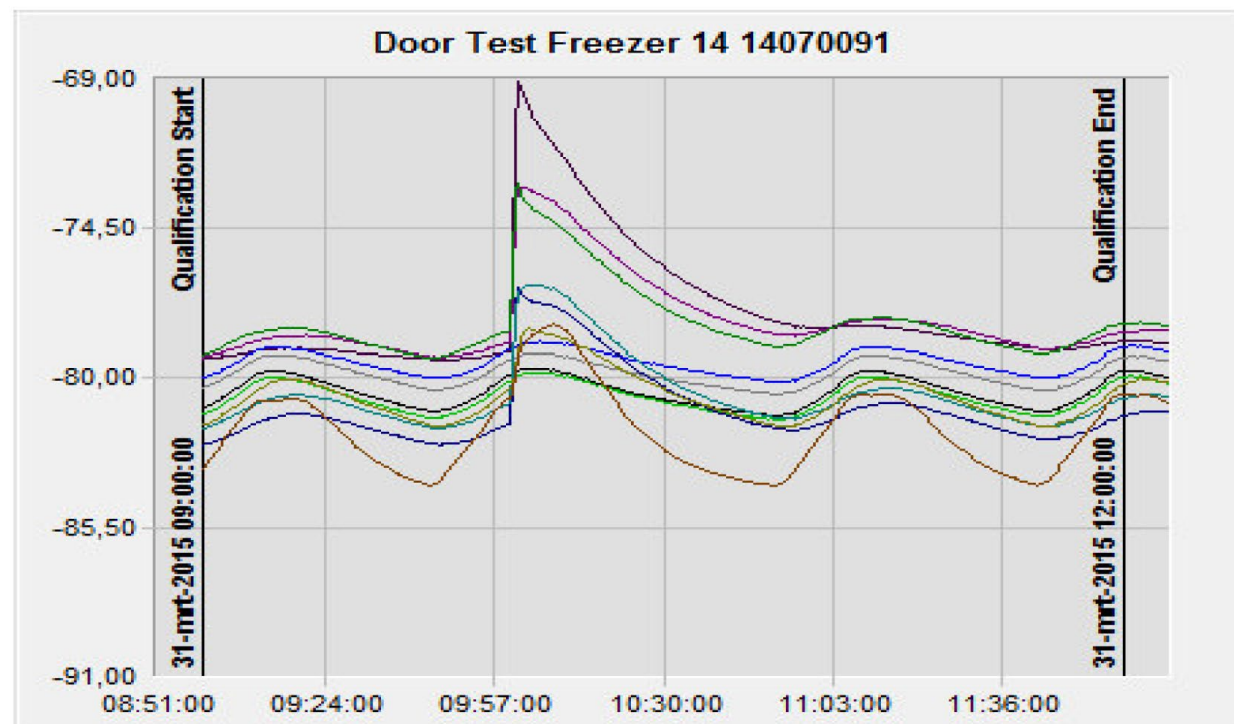
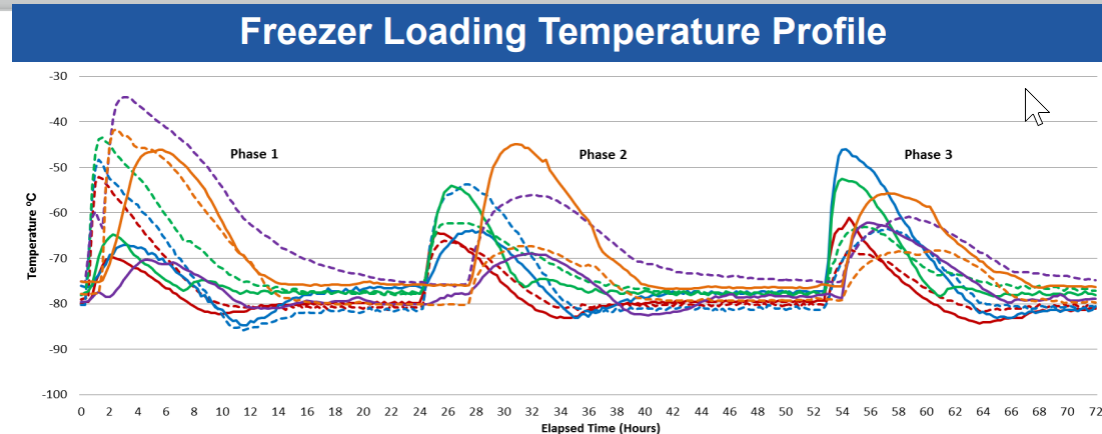
Consommer moins sur un parc existant : quelles solutions ?

❖ **Passez la consigne à -70 => attention aux effets des ouvertures de portes**

- Une ouverture de porte occasionne en certains points une remontée de T°C de plus de 10°C
- Après ouverture de la porte :
 - Pour une valeur affichée à -80, la température en certains points peut se situer à -70
 - Pour une valeur affichée à -70, la température en certains points peut se situer à -60 donc au dessus de -65 => l'échantillon est agressé!

Vos échantillons peu volumineux ont quasiment aucune inertie

Le réchauffement s'amplifiera au gré des nouvelles ouvertures !



Consommer moins sur un parc existant : quelles solutions ?

Passer la consigne à -70

Notre conclusion

Passer la consigne à -70 met en péril l'intégrité de vos échantillons.

La température interne va régulièrement passer au-dessus de -65 !

De plus, en cas d'arrêt de la fabrication du froid, le réchauffement vers -65 sera beaucoup plus long

=> Passer la consigne à -80 ne nous paraît pas pertinent quant au métier du congélateur et la pérennité de la qualité de vos échantillons

Consommer moins : changer de mode de stockage

- Dans un congélateur PHCBI MDF-DU702VH-PE , il va être possible de stocker 235008 échantillons (300 ul) contre 57600 en boites cryo. Classiques

Cryotubes 2D Next-Gen - FluidX



Inhibiteur de PCR **Pyrogènes**
ADN humain **DNase RNase**
Endotoxines



NOUVEAU

- 3 possibilités de code-barres:
 - Code-barres 2D sur le fond du tube
 - Code-barres linéaire 1D sur le côté du tube
 - Marquage alphanumérique sur le côté du tube (pour les tubes avec 3 codes-barres) ou sur le fond du tube (pour les tubes avec 2 codes-barres)
- Codes-barres uniques
- Tube à jaquette co-moulée
- Température d'utilisation : -196 °C à +121 °C
- A pas de vis externe : compatible avec les automates, plus sécurisé, volume de travail plus important, évite les sur-serrages, double pas de vis
- En polypropylène vierge de haute qualité, sans agents de démoulage
- Fabriqués en salle blanche ISO classe 8
- Version en rack :
 - Système de verrouillage qui empêche le tube de tourner dans le rack lors de la fermeture et de l'ouverture du bouchon
 - Loquet de verrouillage sur côté du rack
 - Code-barres 2D sur le fond du rack et 1D sur le côté

Consommer moins sur un parc existant : quelles solutions ?



Congélateurs de secours

- Nous conseillons de le placer à -70
- Nous estimons que sur 1 site , **un seul congélateur de secours en fonctionnement suffit.**
- La probabilité de la panne de 2 machines en même temps est faible
- En cas d'utilisation de ce dernier, il conviendra de mettre en route le second (mois de 3 h pour descendre à -70 pour un PHCBI)
-
- => Moins de consommation
- => Moins d'usure

Consommer moins à l'avenir : quelles solutions ?

❖ Rajeunir son parc

❖ Choisir les congélateurs UBT les plus vertueux

Consommer moins à l'avenir : quelles solutions ?

❖ Rajeunir son parc

- En 15 ans : **division de la consommation électrique par 3** ; en 5 ans : **division par 2** !
- Sur beaucoup de congélateurs UBT, la consommation électrique augmente considérablement avec le temps => **+ 30 % souvent constaté**
- Un congélateur "usé" ayant du mal à atteindre sa consigne peut voir sa **consommation doubler!**

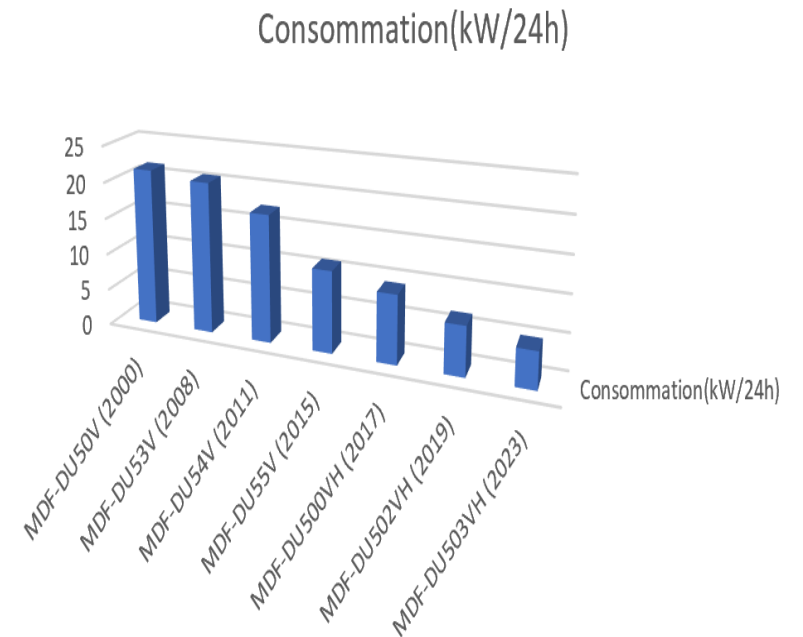
En chiffre :

Un vieux congélateur -80°C annonçant consommer **20 kWh/24h** il y a 10 ans, est certainement à **26 kWh/24h** actuellement, et peut-être au delà de **30 kWh/24h**, soit un budget annuel de consommation de près de **5000 €**, auquel s'ajoute 1/3 de ce montant si la pièce est climatisée, soit **6500 €**.

Un appareil récent type MDF-DU502VH-PE consomme **6,7 kWh/24h** soit un budget annuel de consommation de près de **1250 €**, auquel s'ajoute 1/3 de ce montant si la pièce est climatisée, soit **1662 €**.

⇒ **La facture est divisée par 3 !**

⇒ **Un appareil de 2015 consomme 3 fois plus soit 10 W/24h de plus qu'une machine dernière generation.**



Base de données consommation

Complete form by filling in white cells using drop-down lists where available. Further guidance is presented by clicking on the cells.

Prepared for

Date

Prepared by

Name:

Company:



Evaluation criteria

Period	Years	10
Electricity cost (per kWh)	EUR	0,15
CO ₂ Emission conversion ^{c)}	Country	EU 0,362 kgCO ₂ /kWh

Current Freezers

Item	Model(s)	Qty	Energy Consumption		Total Energy Costs ^{b)}	Total Capacity (2" Boxes) ^{f)}	Total Energy Cost per 2"		Total Approx CO ₂ Emissions ^{c)}	Total Lab Space Occupied ^{d)}	Total Heat Dissipation per Hour ^{e)}
			kWh/24h	Note ^{a)}			EUR	EUR			
			Per Unit		EUR		EUR				
1	PHCBI MDF-DU502VH	1	6,7	1	3 668	384	9,55	8 853	0,70	240	
2	Froilabo BM690	2	14,9	1	16 316	0	0,00	39 375	1,72	1 068	
3	New Brunswick / Eppendorf CryoCub	0	10,5	1	0	0	0,00	0	0,00	0	
4		0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	
5		0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	
6		0	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	
7	-	0	0,0	0	0	0	0,00	0	0,00	0	
8	-	0	0,0	0	0	0	0,00	0	0,00	0	
9	-	0	0,0	0	0	0	0,00	0	0,00	0	
10	-	0	0,0	0	0	0	0,00	0	0,00	0	
		3			#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	

Consommer moins à l'avenir : quelles solutions ?

❖ Choisir les congélateurs UBT les plus vertueux

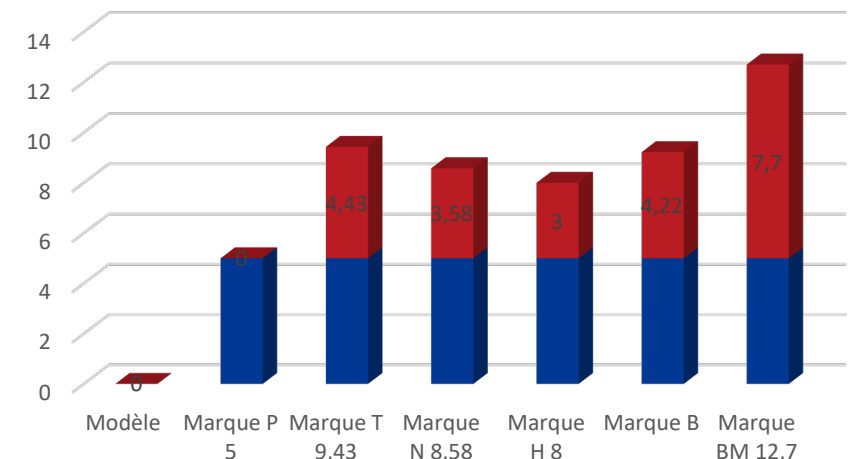
- En fonction des marques, la consommation des congélateurs est très variable, allant du simple au double .

⇒ assurez-vous de vous équiper des machines les plus économes.

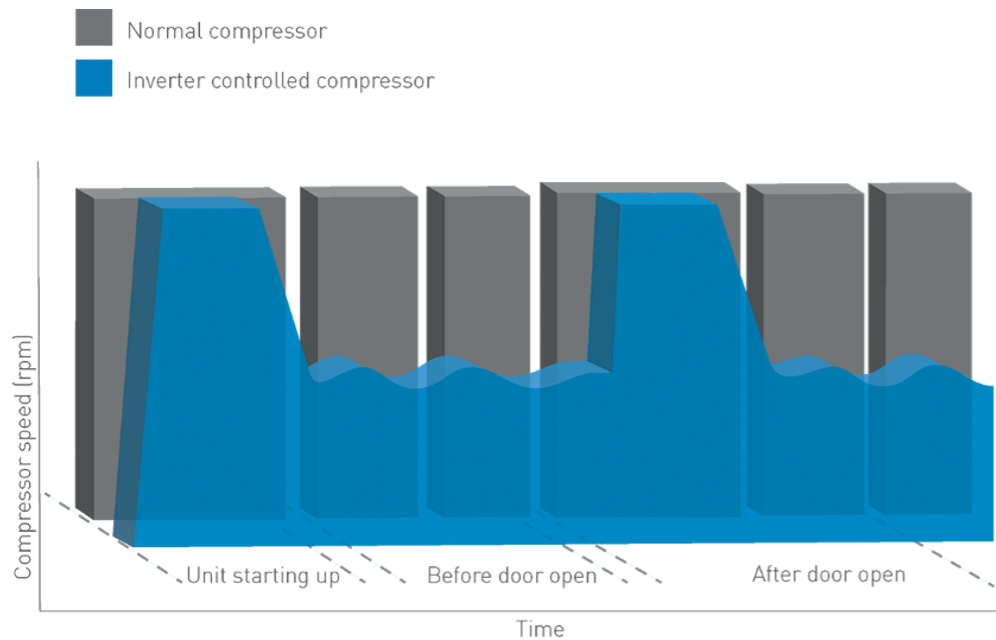
- Pour éviter les informations fantaisistes, consulter les sites d'organismes indépendants tels ENERGYSTAR : <https://www.energystar.gov/>
- Assurez-vous que les machines suivies ont des circuits totalement hermétiques afin de ne pas avoir de baisse de la performance et donc une hausse de la consommation par baisse du niveau de réfrigérants .

ENERGY STAR CERTIFIED Lab Grade Refrigerators and Freezers	
PHCbi - MDF-DU702VHA-PA : MDF-DU702VHA-PA	
Specifications	
ENERGY STAR Unique ID:	230020
ENERGY STAR Partner:	PHC Corporation of North America
Brand Name:	PHCbi
Model Name:	MDF-DU702VHA-PA
Model Number:	MDF-DU702VHA-PA
Product Type:	Ultra-Low Temperature Freezer
Total Volume (cubic feet):	25.93
Ultra-Low Temperature Freezer Energy Consumption (kWh/year/ton):	0.29
Peak Temperature Variance (°C):	23.20
Product Form Factor:	Upright
Total Number of Doors:	3
Number of glass doors:	0
Number of solid doors:	3
Door Opening Orientation:	Swinging
Number of Drawers or Shelves:	3
Number of Internal Ports and/or Access Holes:	1
Depth (in):	36.5
Height:	78.38
Width:	40.63
Defrost Type:	Manual
Refrigerant with GWP:	R-170 (ethane) (GWP 6 Lower GWP)
Installed Accessories:	None
Date Available on Market:	2018-12-14
Date Certified:	2018-11-28
Markets:	United States, Canada
ENERGY STAR Certified:	Yes
Additional Model Information	
UPC Codes	

Comparaison Consommation Congélateur -80 en kW/24H



Compresseur inverseur : un fonctionnement du compresseur adapté à la situation



Un compresseur à inverseur peut **fonctionner à différentes vitesses en fonction des conditions ambiantes et de charge**. À des moments où le congélateur n'a besoin que d'une quantité minimale de refroidissement en raison de températures ambiantes plus basses, comme la nuit, le compresseur fonctionnera à une vitesse plus lente en utilisant beaucoup moins d'énergie.

Le démarrage d'un compresseur est la partie la plus énergivore du cycle. La capacité du compresseur à onduler de fonctionner à des vitesses inférieures a l'avantage que le compresseur ne s'éteindra pas et ne se rallumera pas aussi souvent, **économisant ainsi de l'énergie et réduisant l'usure**.

Environnement de préservation idéal pour le stockage à long terme

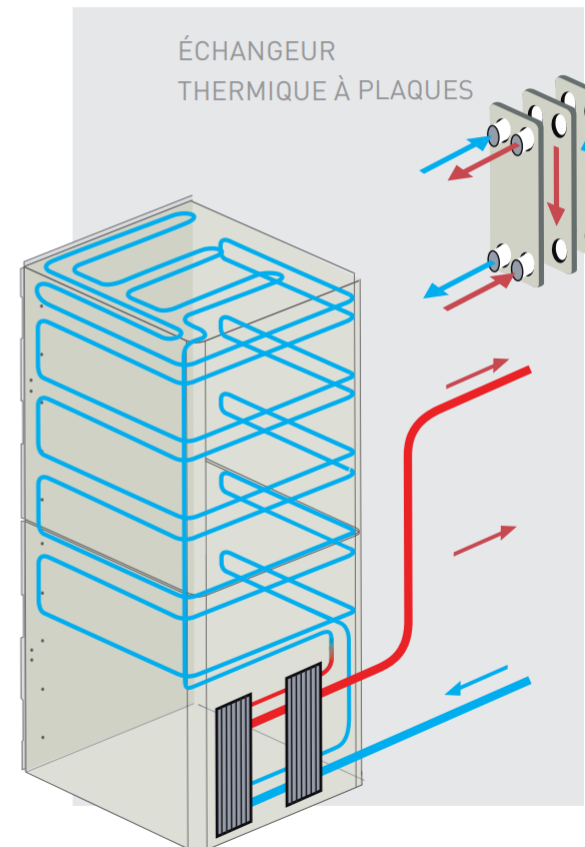
OPTION DE REFROIDISSEMENT PAR EAU

Une option de condensateur refroidi par eau est disponible pour les modèles MDF-DU502VH-PE et MDF-DU702VH-PE pour les établissements équipés de systèmes de recirculation d'eau froide (refroidissement entièrement par eau ou hybride). Cette option utilise la conception de réfrigération en cascade pour réutiliser l'énergie produite par un congélateur ultra-basse température tout en offrant des économies d'énergie supplémentaires et un refroidissement hautes performances. Idéal pour le stockage de matériel dans les dépôts, hôpitaux, cliniques et établissements de recherche médicale, le système refroidi par eau offre de nombreux avantages.

- Efficacité énergétique
- Économies
- Réutilisation de l'énergie
- Délai de récupération plus rapide
- Sécurité accrue des échantillons

Comment fonctionne le refroidissement par eau

- Phase 1** La chaleur générée par le compartiment du congélateur est transférée vers un circuit d'eau à l'aide d'un échangeur thermique à plaques.
- Phase 2** Transport de la chaleur/l'énergie absorbée du congélateur.
- Phase 3** Possibilité de réutiliser la chaleur/l'énergie pour d'autres systèmes.



Un congélateur équipé de refroidissement par eau voit sa consommation diminuer jusqu'à 12 %. La chaleur est récupérable et ne réchauffe pas l'air ambiant.

Système mixte air/eau

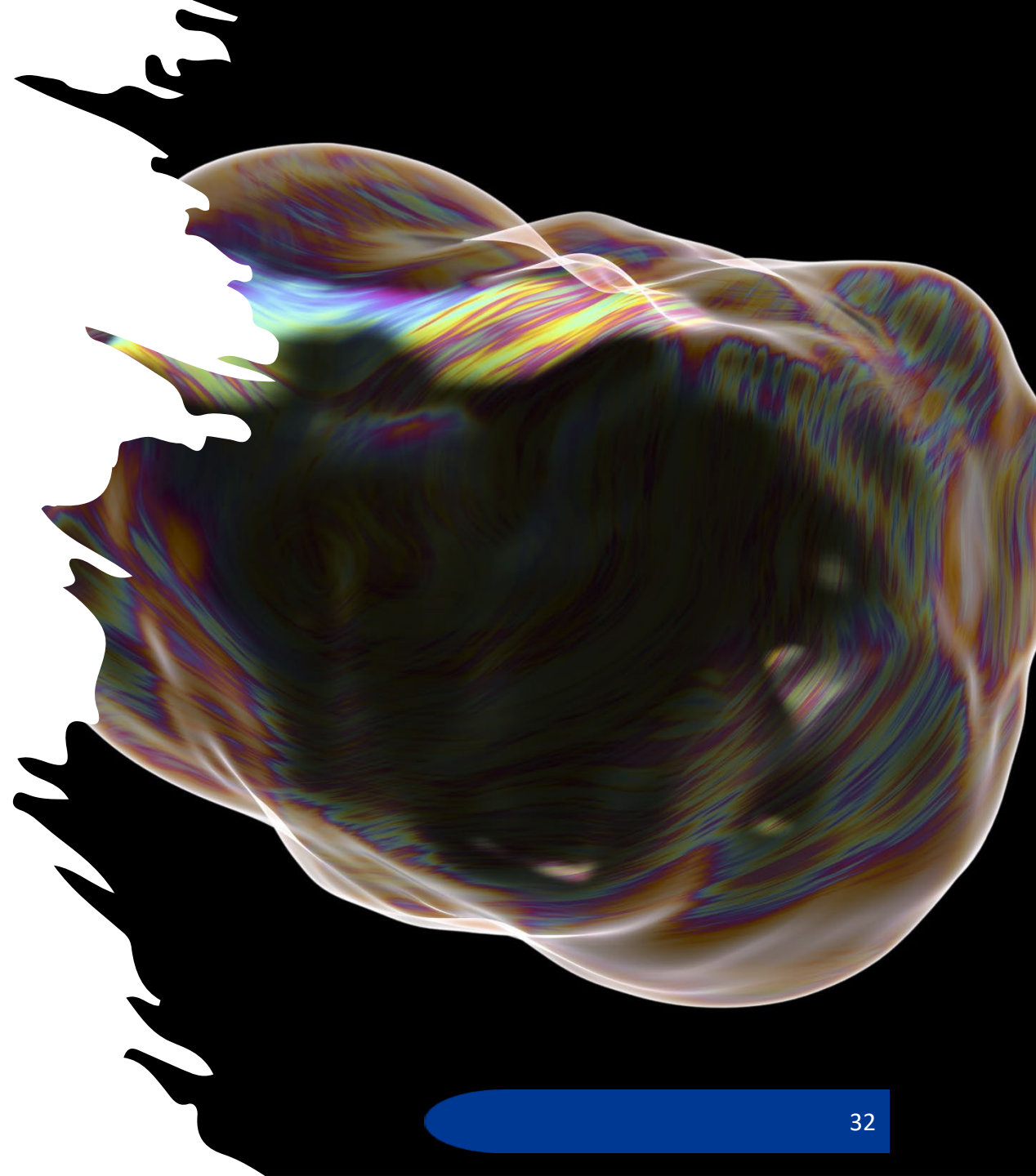
Consommer moins à l'avenir : quelles solutions ?

Bilan

- Rajeunir son parc est une opération **très rapidement rentable et écologiquement intelligente**
- Prenez soin de choisir les **machines et les technologies les plus vertueuses.**

Et n'oubliez pas le cas de l'Azote liquide ...

Qui est a une empreinte carbone énorme du fait de son mode de production et du fort volume de perte lors de son transport et de son utilisation.





Questions ?

Merci de votre attention