



LA RÉPARABILITÉ DES EQUIPEMENTS ELECTRONIQUES

Sylvain LE BRAS – Ingénieur d'Application

LA RÉPARABILITÉ DES ÉQUIPEMENTS ELECTRONIQUES

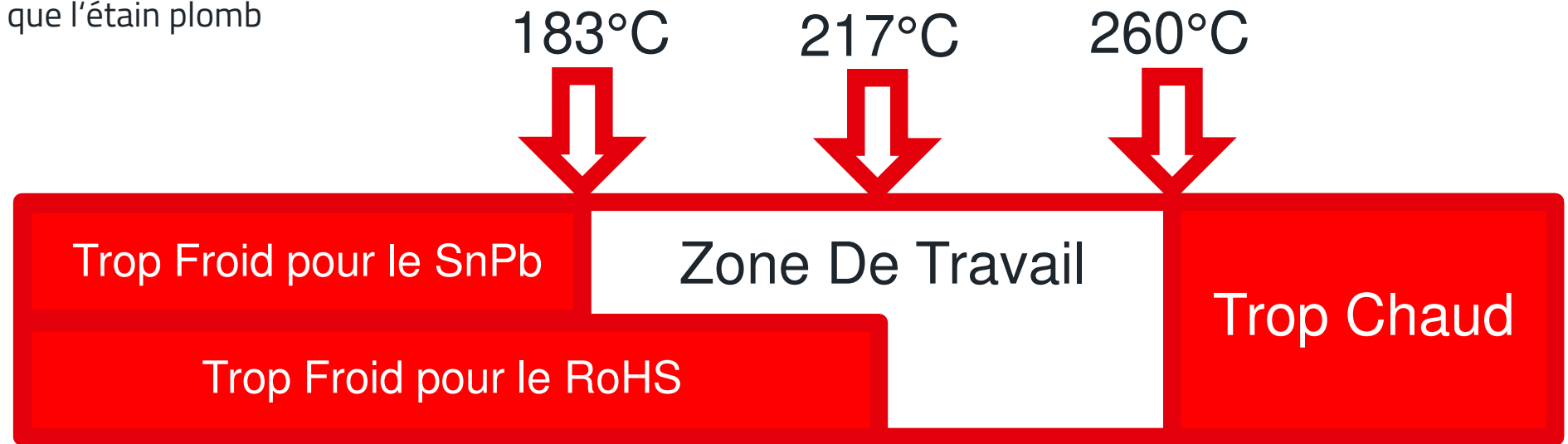
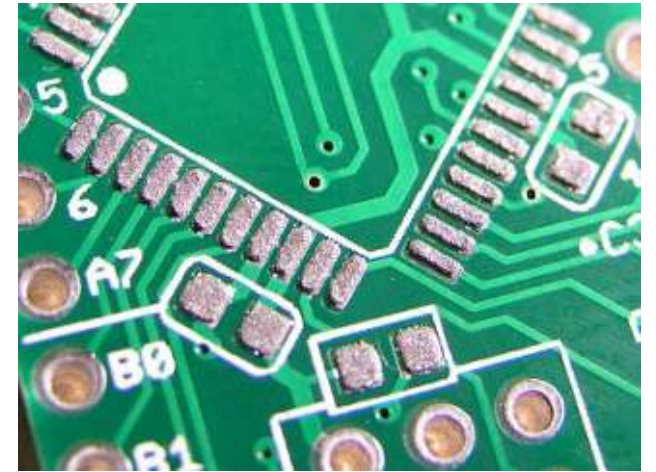
Éléments techniques pour tous et bonnes pratiques à destination du concepteur

- Réparation des cartes électroniques
 - Rappel physiques et chimiques sur le remplacement de composants
 - Accès à la documentation technique
 - Méthodes de diagnostic
 - Matériel et consommables recommandés
- Courbe de défaillance et chronologie des pannes
- Conseils à destination des designers sur la réparabilité et la fiabilité
 - Composants passifs
 - Courant – Tension - Température
 - Composants actifs
 - Analyse du SOA et de la température de jonction
 - Protection contre les „*Electrical overstress*”
 - Testabilité des cartes électroniques
 - Protection contre les „défaits en cascade”

RÉPARATION DES CARTES ÉLECTRONIQUES

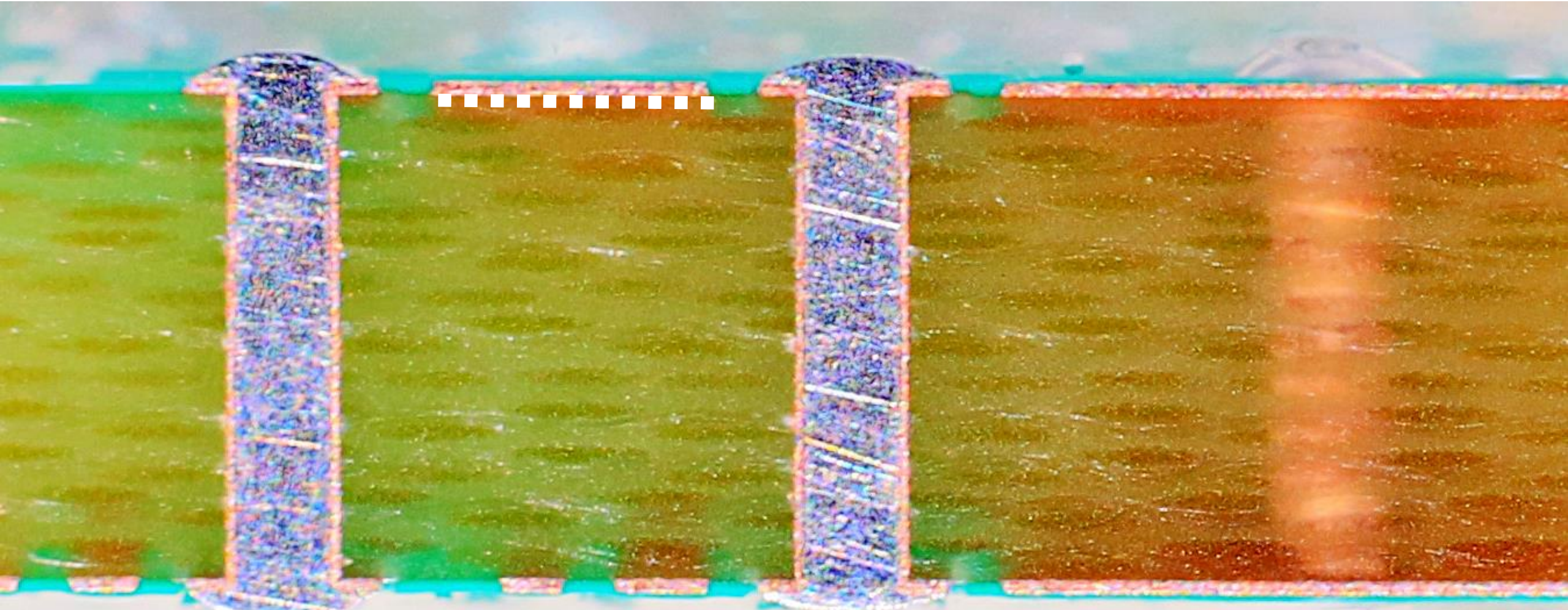
Rappel physiques et chimiques sur le remplacement de composants

- L'interdiction progressive du plomb pour l'assemblage électronique
 - Les alliages sans plomb nécessitent une température 30 à 40°C supérieure
 - Plus de sollicitations thermiques des composants
 - Plus de sollicitations du PCB
 - Plus de dilation thermique différentielle
 - Outillage différent pour la réparation (plaque chauffante)
 - Les nouveaux alliages sont généralement à base d'étain quasi pur
 - Moins flexible que l'étain plomb



RÉPARATION DES CARTES ÉLECTRONIQUES

Rappel physiques et chimiques sur le remplacement de composants



L'adhérence entre cuivre et le cœur du PCB est extrêmement limitée à chaud : **ne jamais forcer sur une pastille**

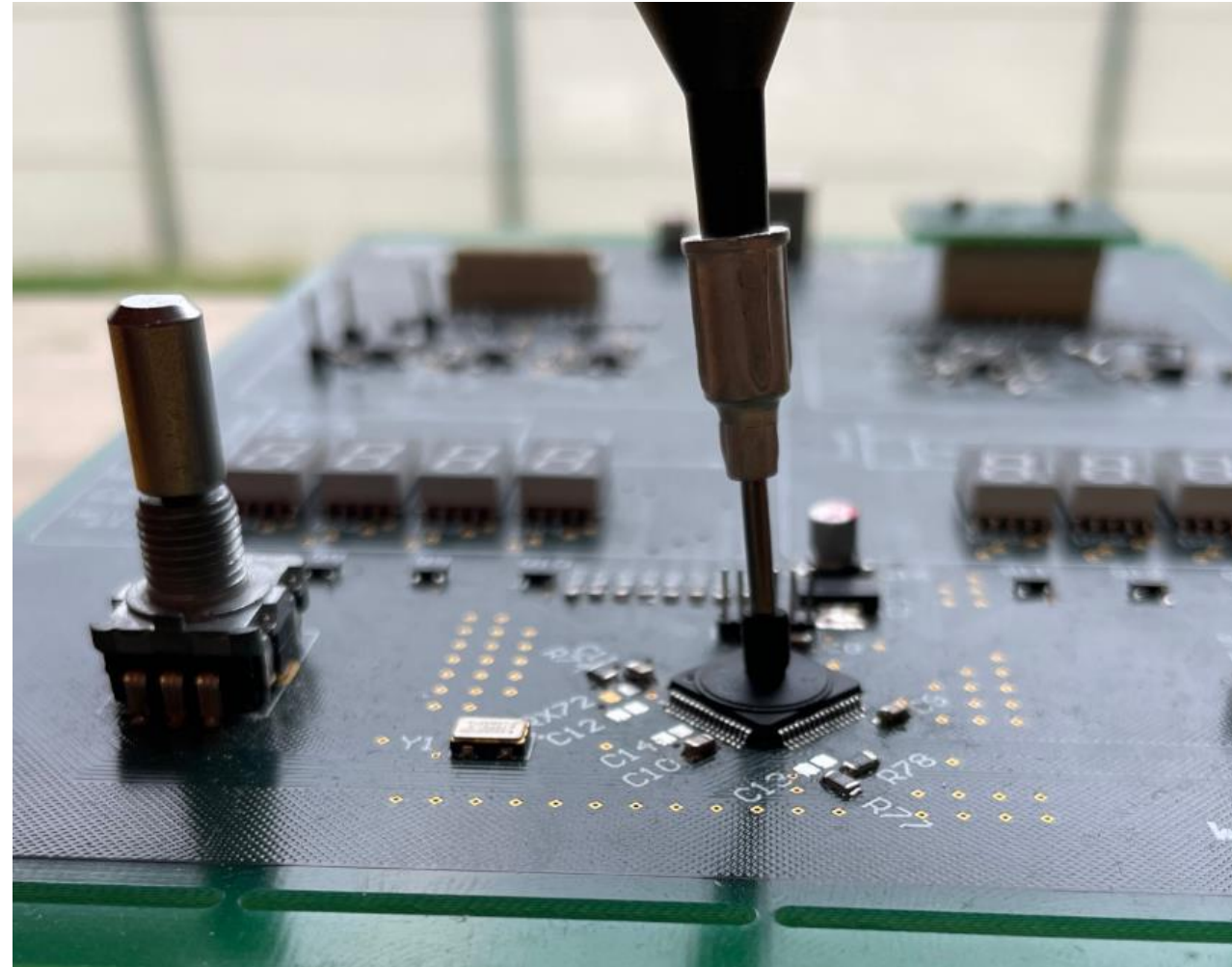
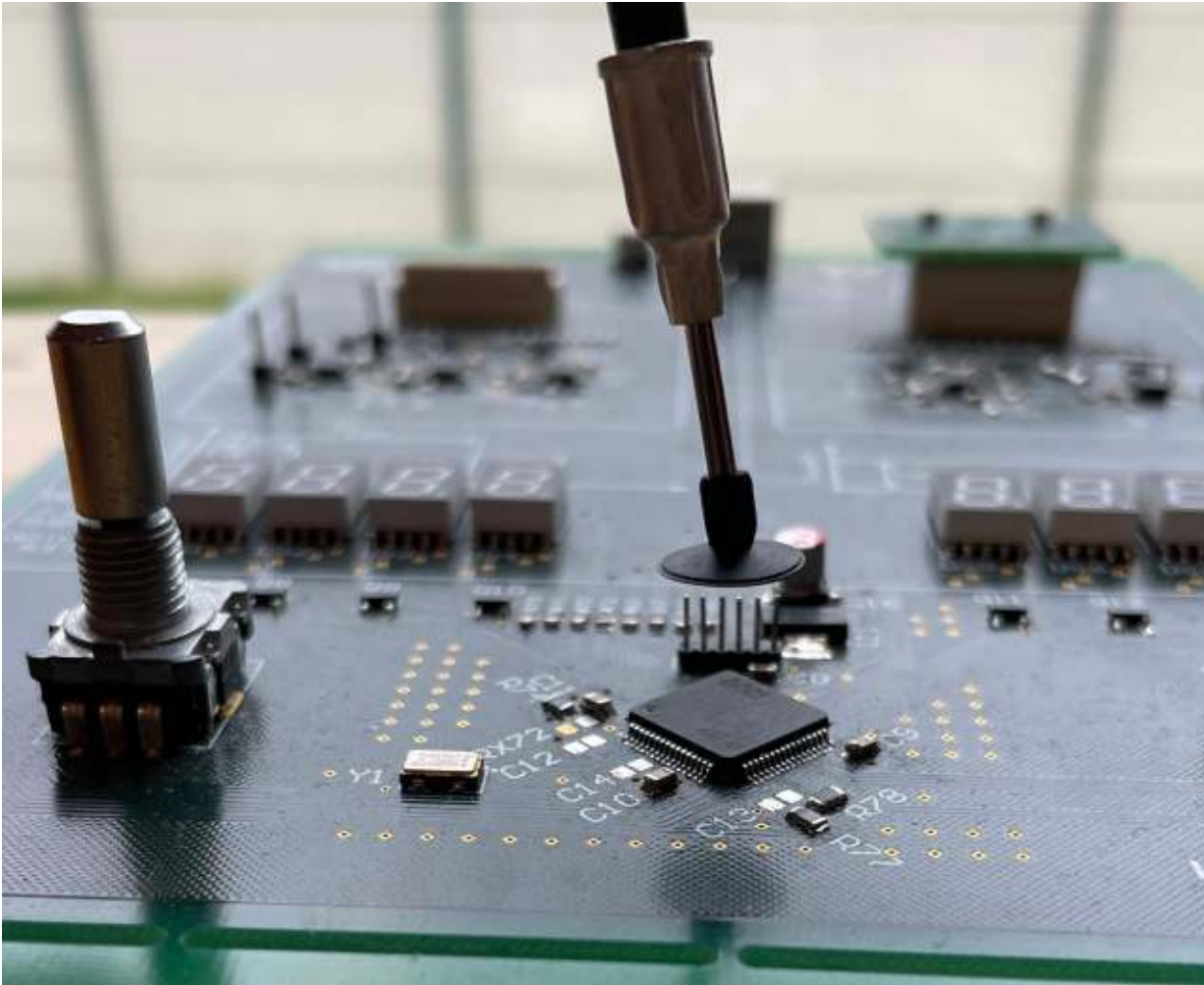
RÉPARATION DES CARTES ÉLECTRONIQUES

Rappel physiques et chimiques sur le remplacement de composants



RÉPARATION DES CARTES ÉLECTRONIQUES

Rappel physiques et chimiques sur le remplacement de composants



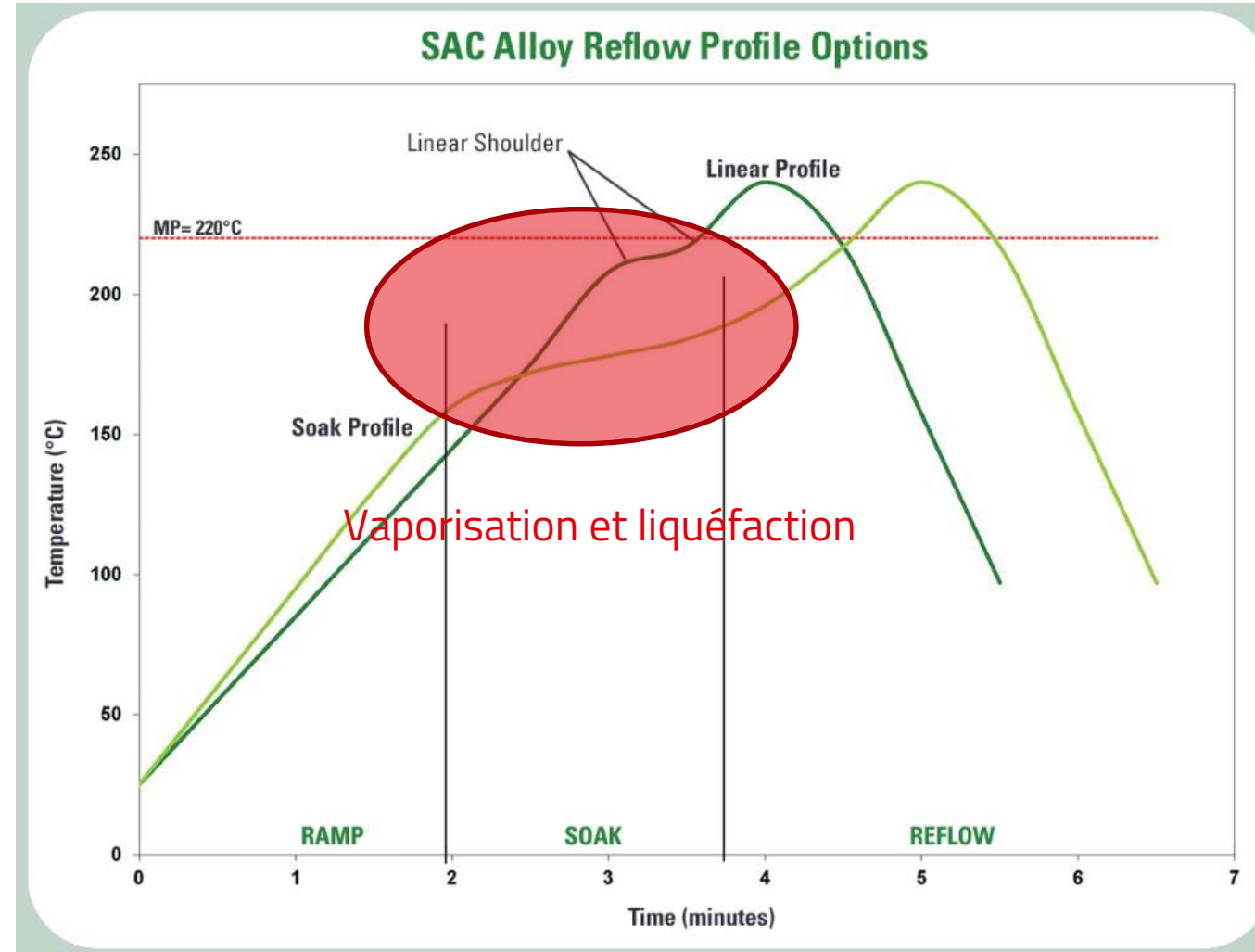
RÉPARATION DES CARTES ÉLECTRONIQUES

Rappel physiques et chimiques sur le remplacement de composants

- La brasure est un processus qui doit se faire en tenant compte de **l'énergie latente de changement de phase liée à l'évaporation des solvants et à celle de l'étain**
- La chaleur latente de fusion de l'étain est de 7,029 kJ/mol.

Alloy		Metal Load	
Name	Composition	Type 3	Type 4/4.5
SAC405	95.5Sn/4.0Ag/0.5Cu	88.75–89%	88.25–88.75%
SAC387	95.5Sn/3.8Ag/0.7Cu		
SAC305	96.5Sn/3.0Ag/0.5Cu		
SAC105	98.5Sn/1.0Ag/0.5Cu		
SAC0307	99Sn/0.3Ag/0.7Cu		
SACm®	98.5Sn/0.5Ag/1.0Cu		
Sn/Ag	Various Compositions		

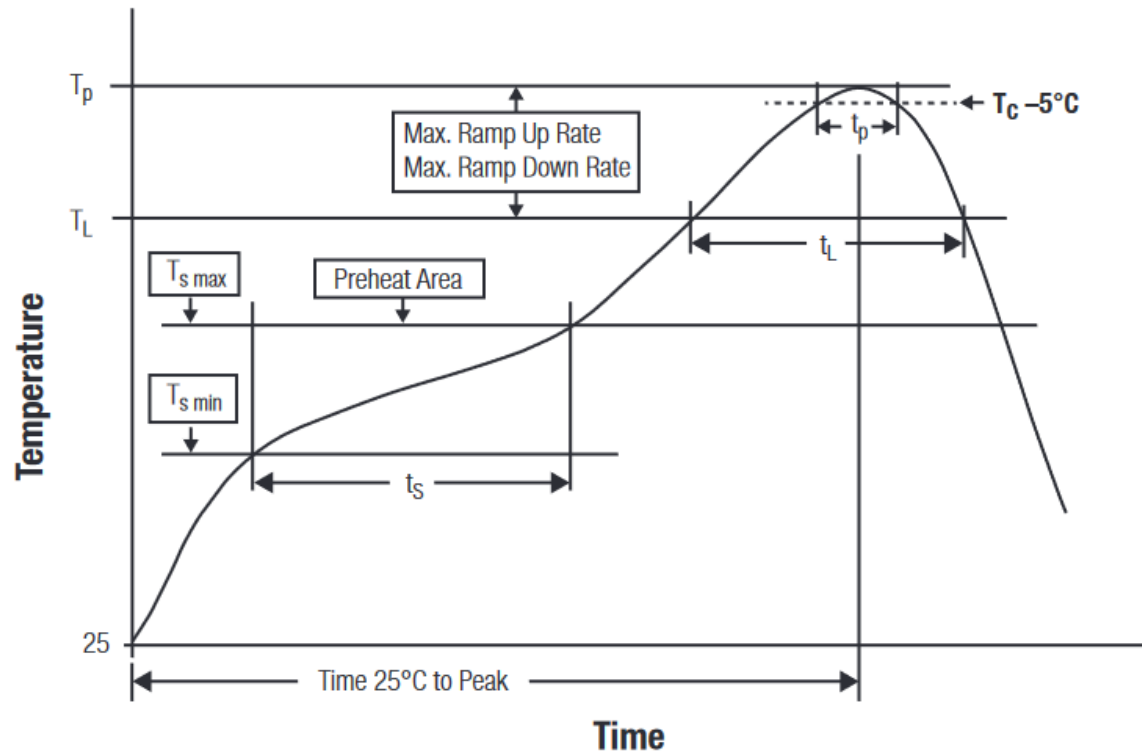
11% de COV / solvants



RÉPARATION DES CARTES ÉLECTRONIQUES

Rappel physiques et chimiques sur le remplacement de composants

Classification Reflow Profile for SMT components:



Classification Reflow Soldering Profile:

Profile Feature		Value
Preheat Temperature Min	$T_{s \min}$	150 °C
Preheat Temperature Max	$T_{s \max}$	200 °C
Preheat Time t_s from $T_{s \min}$ to $T_{s \max}$	t_s	max. 60 - 120 seconds
Ramp-up Rate (T_L to T_p)		3 °C/ second max.
Liquidous Temperature	T_L	217 °C
Time t_L maintained above T_L	t_L	max. 60 seconds
Peak package body temperature	T_p	see table
Time within 5°C of actual peak temperature	t_p	max. 10 seconds
Ramp-down Rate (T_L to T_p)		6 °C/ second max.
Time 25°C to peak temperature		max. 220 seconds

refer to IPC/ JEDEC J-STD-020E

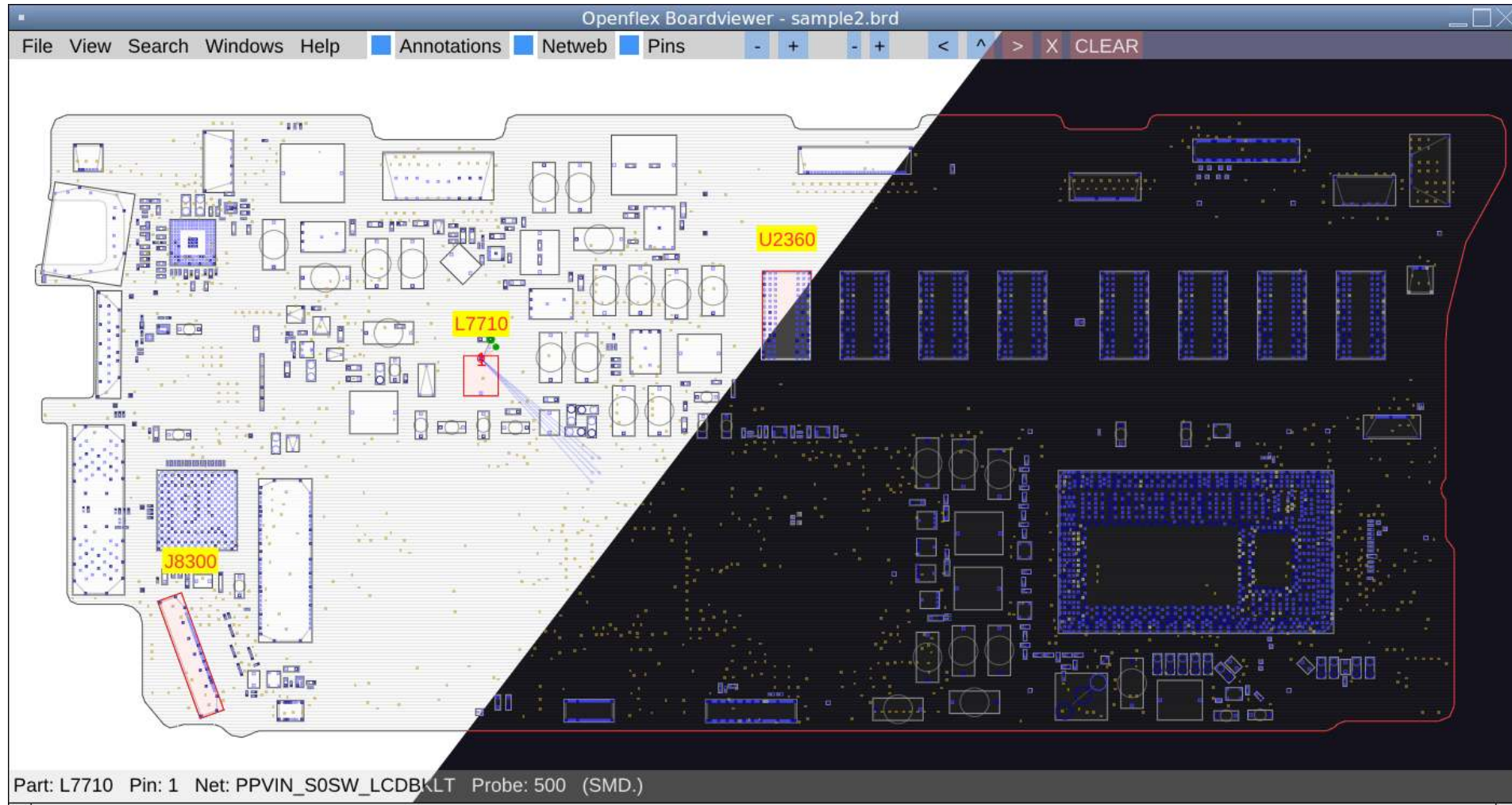
Package Classification Reflow Temperature:

Properties	Volume mm ³ <350	Volume mm ³ 350-2000	Volume mm ³ >2000
PB-Free Assembly Package Thickness < 1.6 mm	260 °C	260 °C	260 °C
PB-Free Assembly Package Thickness 1.6 mm - 2.5 mm	260 °C	250 °C	245 °C
PB-Free Assembly Package Thickness ≥ 2.5 mm	250 °C	245 °C	245 °C
Applied cycles	2 cycles max.		

refer to IPC/ JEDEC J-STD-020E

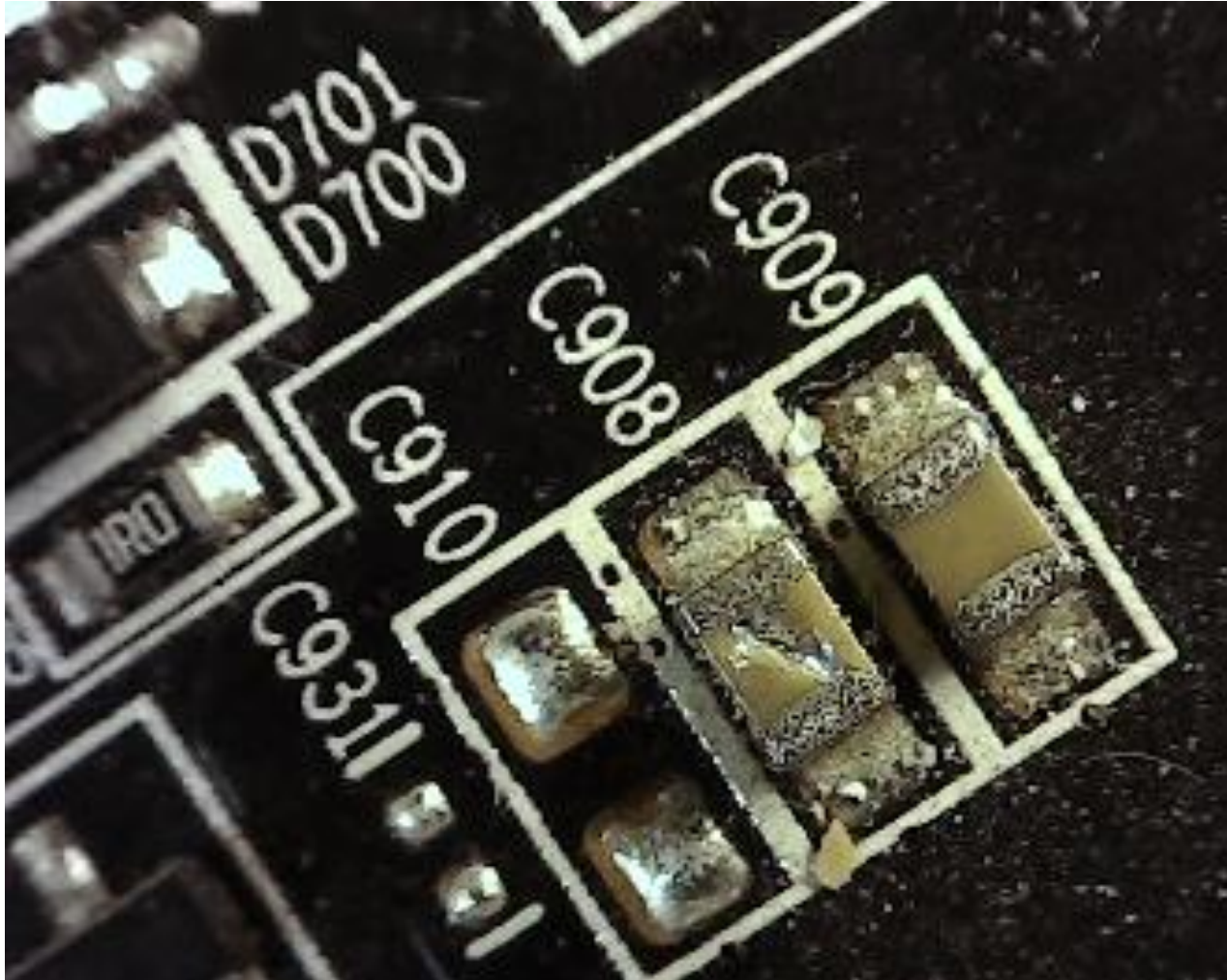
ACCÈS À LA DOCUMENTATION TECHNIQUE

Le parcours du combattant



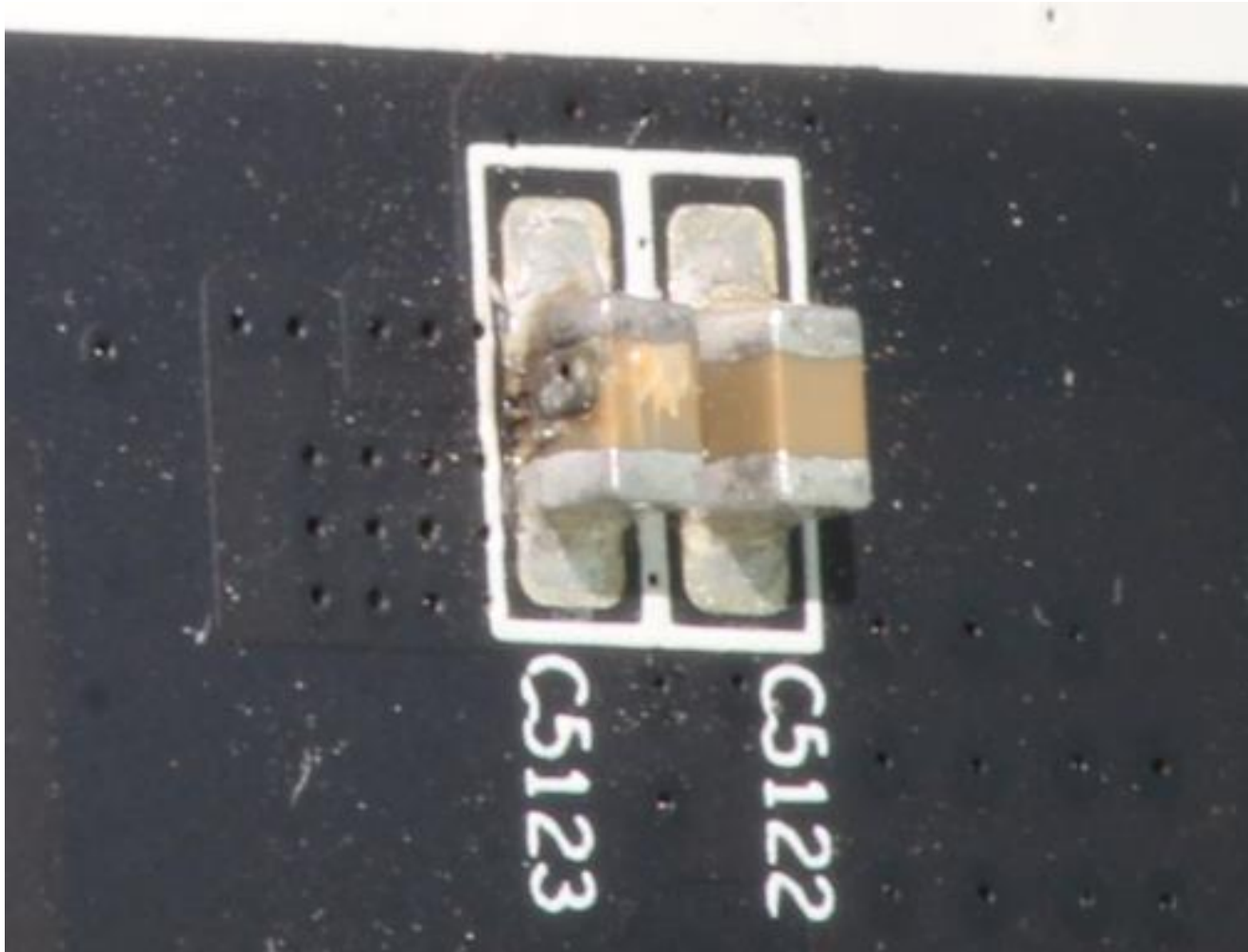
MÉTHODES DE DIAGNOSTIC

Analyse visuelle



MÉTHODES DE DIAGNOSTIC

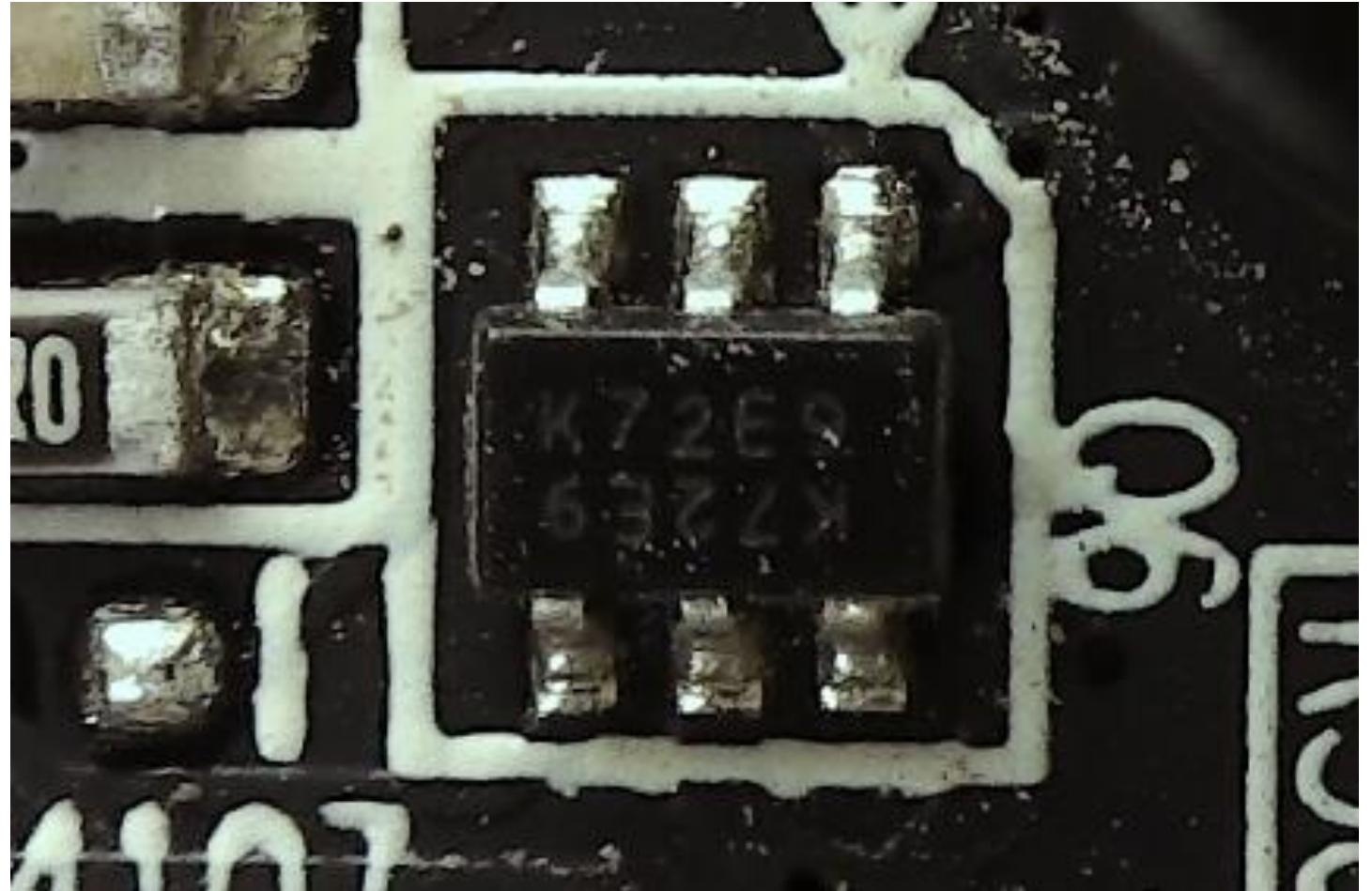
Analyse visuelle



MÉTHODES DE DIAGNOSTIC

Analyse visuelle

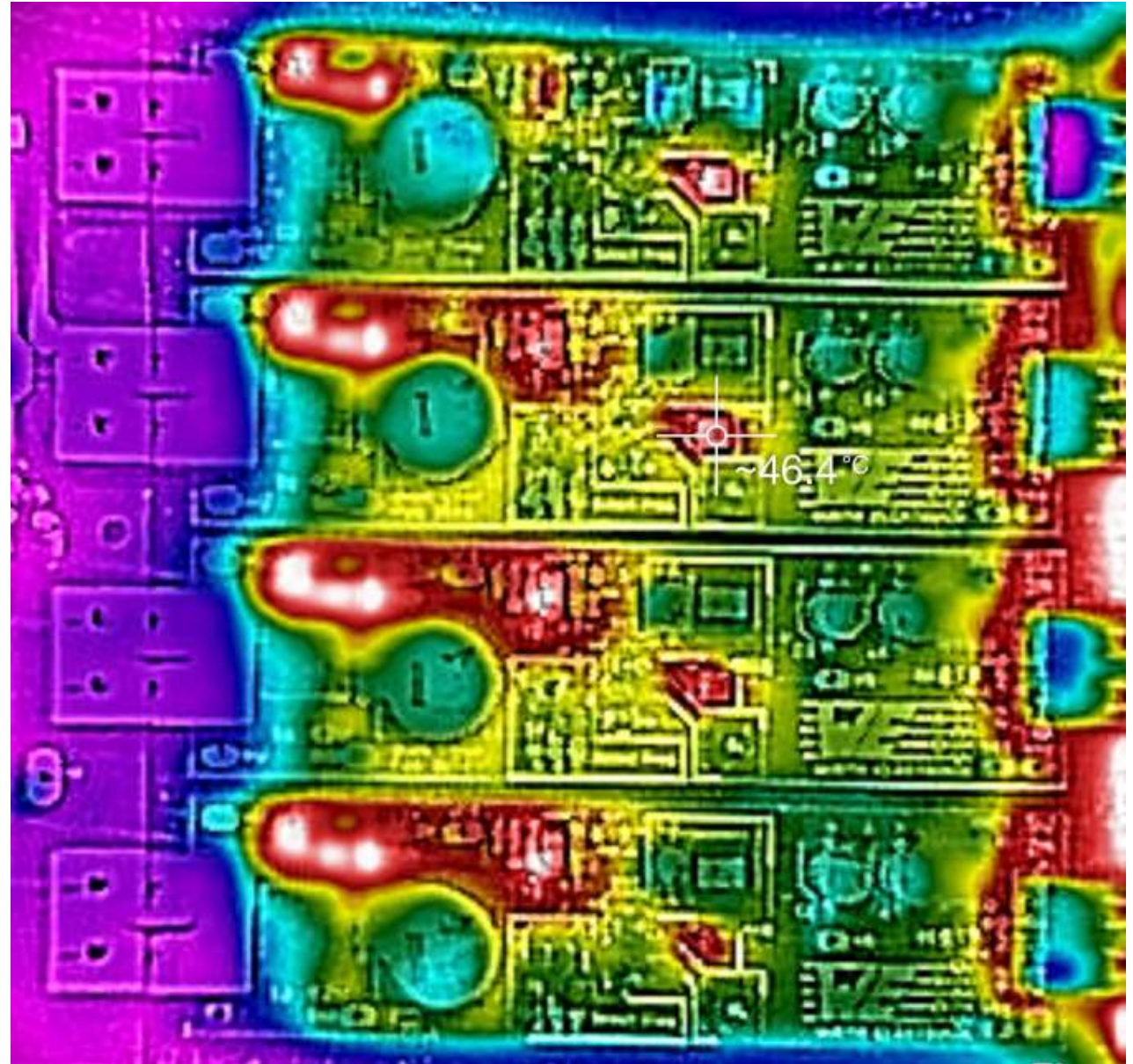
- Lecture de référence assistée
 - Filtre polarisant
 - Camera hyperspectrale



MÉTHODES DE DIAGNOSTIC

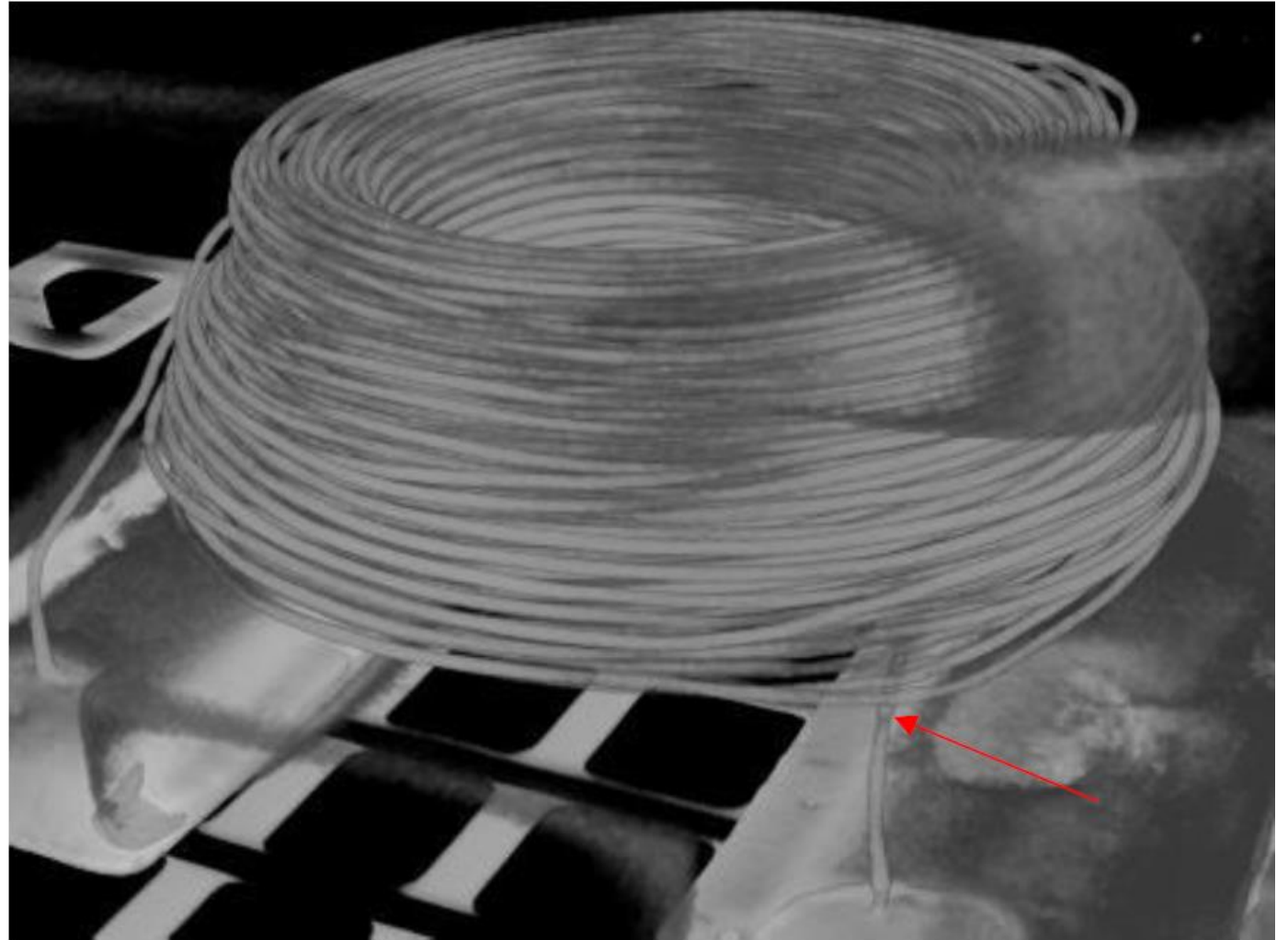
Analyse thermographique

- Abordable désormais même aux particuliers



MÉTHODES DE DIAGNOSTIC

Méthodes d'analyse non intrusives



Rayons X

MÉTHODES DE DIAGNOSTIC

Injection de courant

- Indispensable dans de nombreux cas
 - Relativement bas coût (<500€)

MÉTHODES DE DIAGNOSTIC

Injection de courant

- Injection limitée en puissance en aval des fusibles fondus



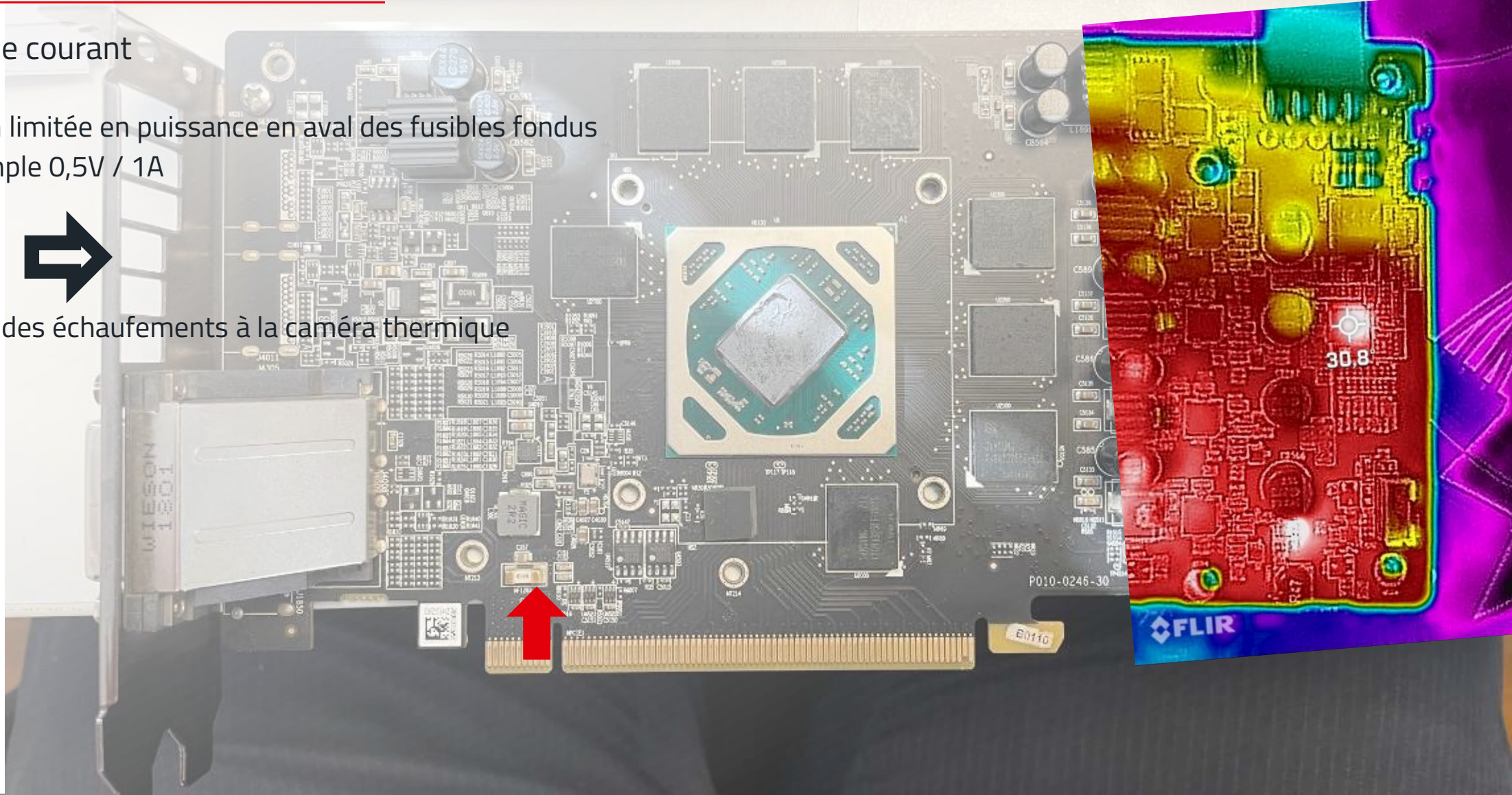
MÉTHODES DE DIAGNOSTIC

Injection de courant

- Injection limitée en puissance en aval des fusibles fondus
 - Exemple 0,5V / 1A



- Analyse des échauffements à la caméra thermique



MÉTHODES DE DIAGNOSTIC

Bonnes pratiques

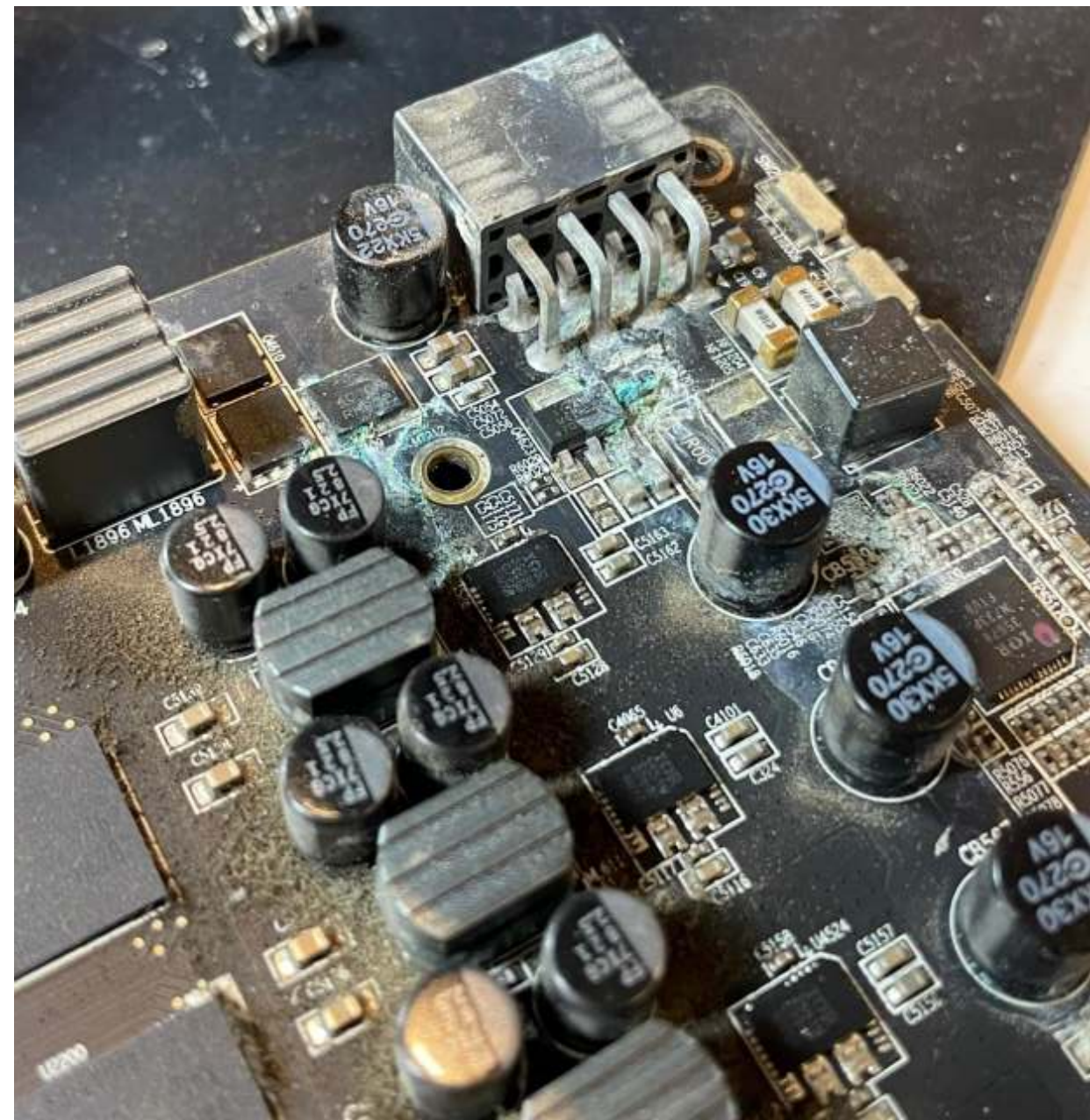
- Analyse comparative des tensions
 - **toujours essayer d'avoir un système fonctionnel en plus de celui à réparer**
 - Etat des fusibles ?
 - Impédance en aval des fusibles claqués ?
 - Analyse visuelle poussé
 - Thermographie
 - Thermographie + Injection avec alimentation de Labo
- Outil Indispensables :
 - Prise de note
 - Photographie
 - Multimètre
 - Alimentation
- Outils souhaitables :
 - Oscilloscope
 - Camera Thermique
 - Alimentation de laboratoire



RÉPARATION DES CARTES ÉLECTRONIQUES

Rappel physiques et chimiques sur le remplacement de composants

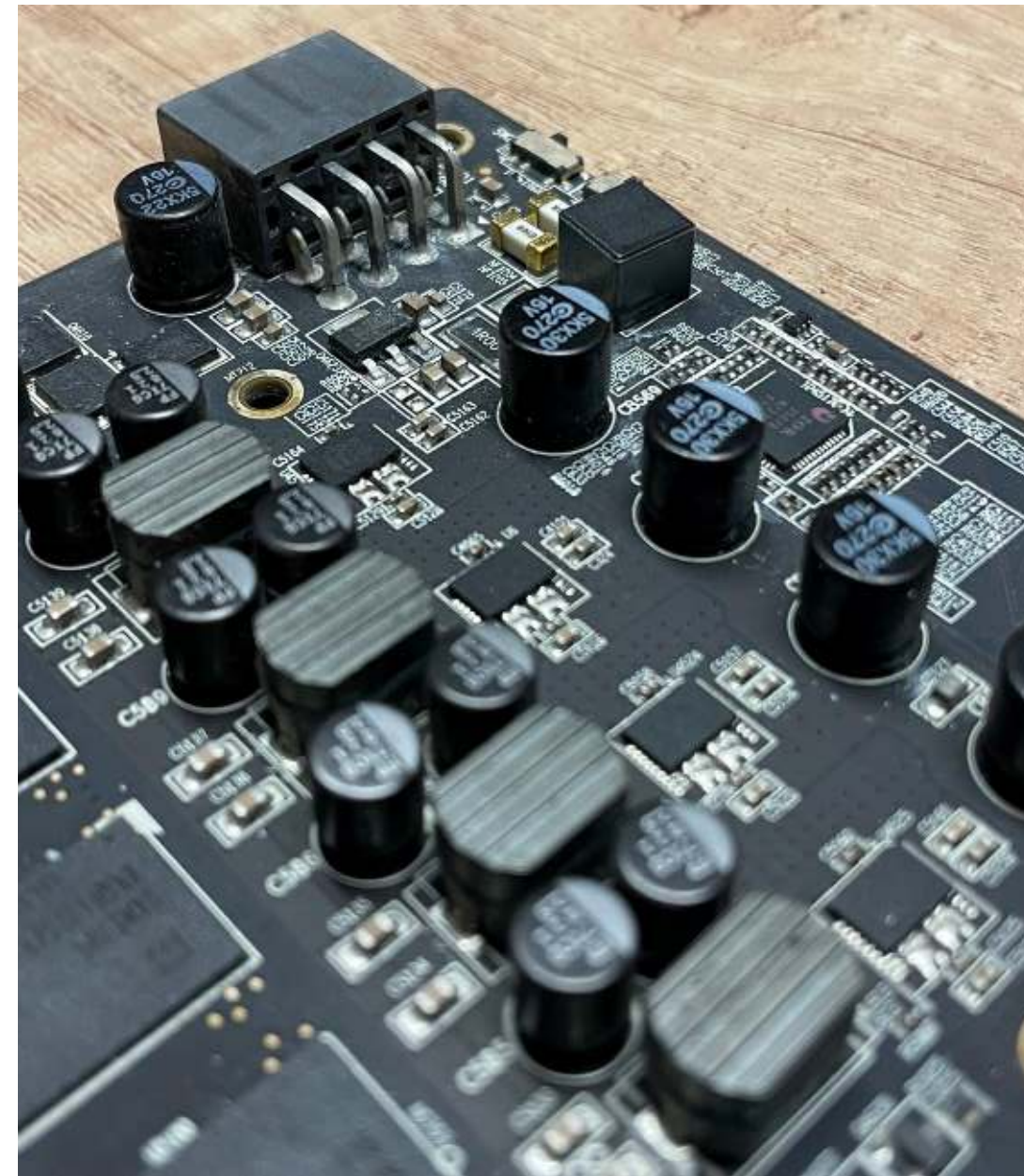
- Le nettoyage est une étape importante pour beaucoup de réparations :
 - Le silicone et l'oxydation limitent la brasabilité
 - Attention aux marquages qui peuvent disparaître sous l'effet de solvant
 - Certains composants ne sont pas lavables (Relais, fusibles)
 - Attention à l'air comprimé (choc thermique)



RÉPARATION DES CARTES ÉLECTRONIQUES

Rappel physiques et chimiques sur le remplacement de composants

- Le nettoyage est une étape importante pour beaucoup de réparations :
 - Le silicone et l'oxydation limitent la brasabilité
 - Attention aux marquages qui peuvent disparaître sous l'effet de solvant
 - Certains composants ne sont pas lavables (Relais, fusibles)
 - Attention à l'air comprimé (choc thermique)
- **Le produit recommandé en réparation est l'alcool isopropylique, combiné à une action de brossage légère**

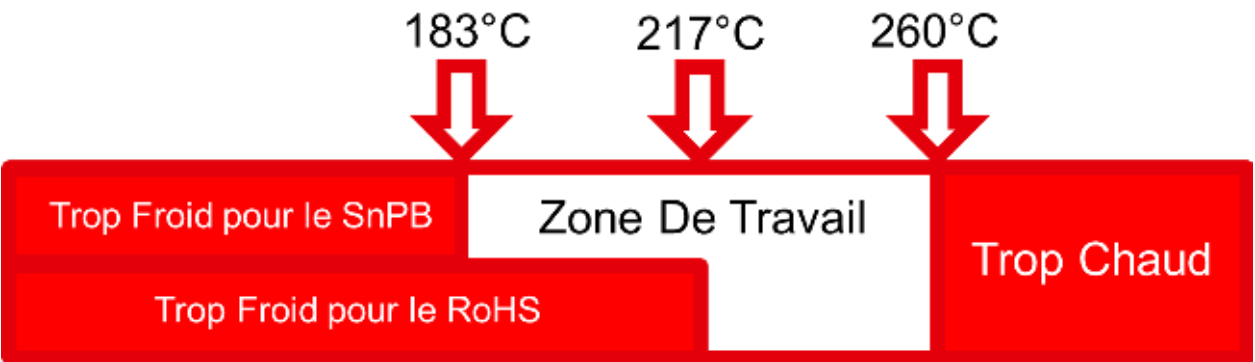


RÉPARATION DES CARTES ÉLECTRONIQUES

Rappel physiques et chimiques sur le remplacement de composants

- La station de préchauffage est un élément indispensable pour les réparation CMS sur les cartes conformes RoHS
- Avec le « sans plomb » il y a de moins en moins de marge entre température mini pour fondre et température maxi des composants et du PCB

183°C 217°C 260°C



Trop Froid pour le SnPB

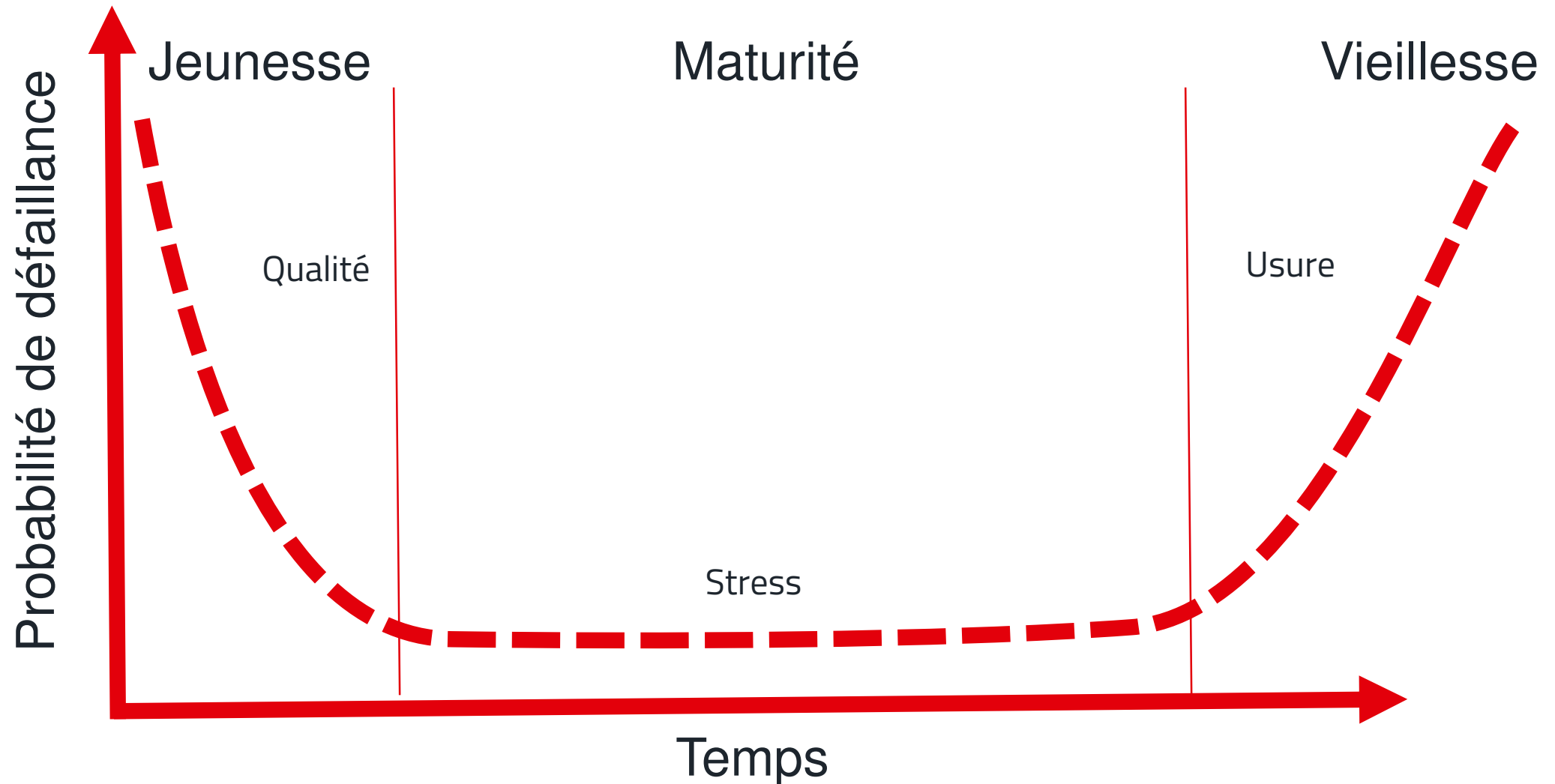
Zone De Travail

Trop Chaud

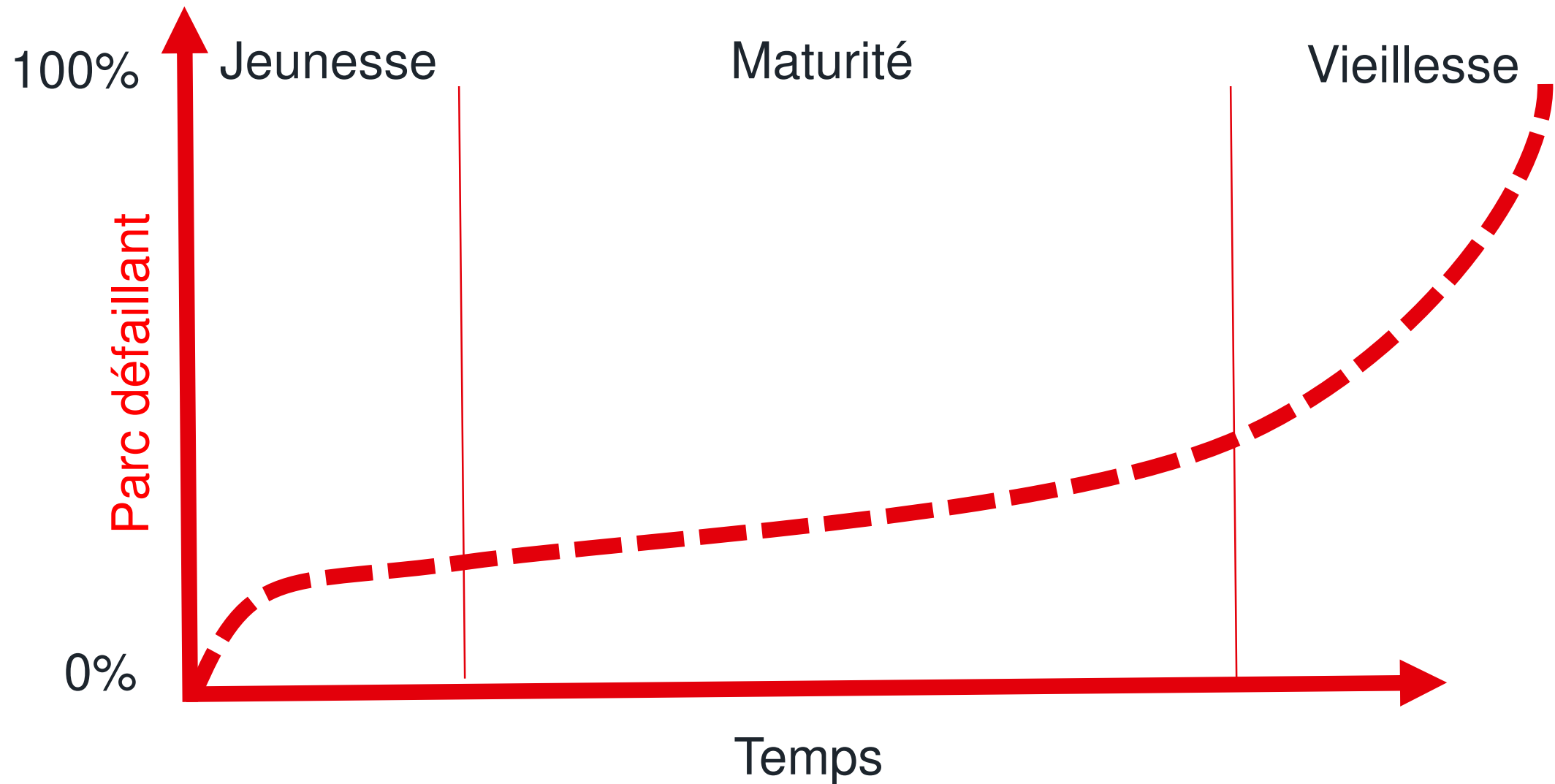
Trop Froid pour le RoHS



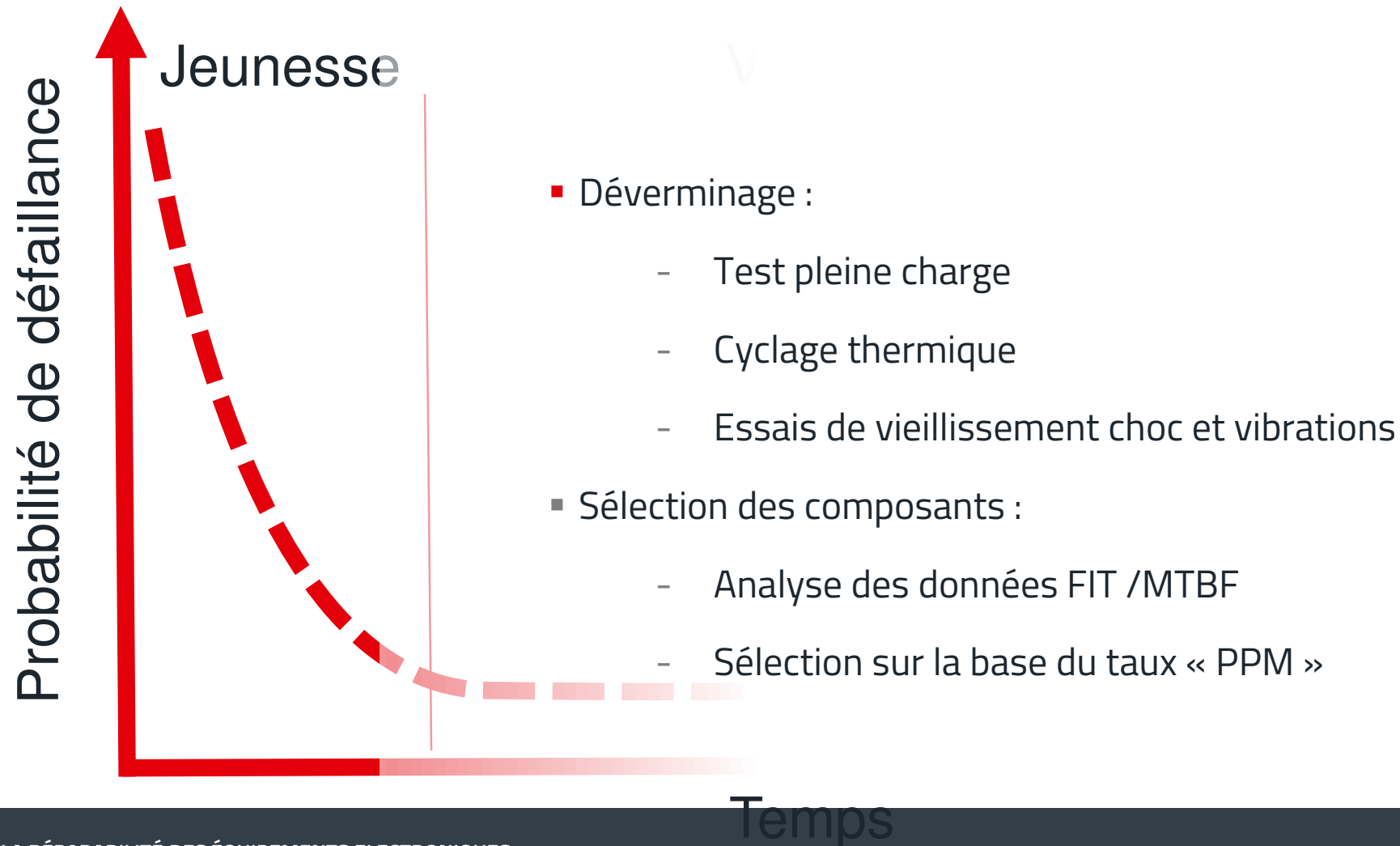
COURBE DE DÉFAILLANCE ET CHRONOLOGIE DES PANNES



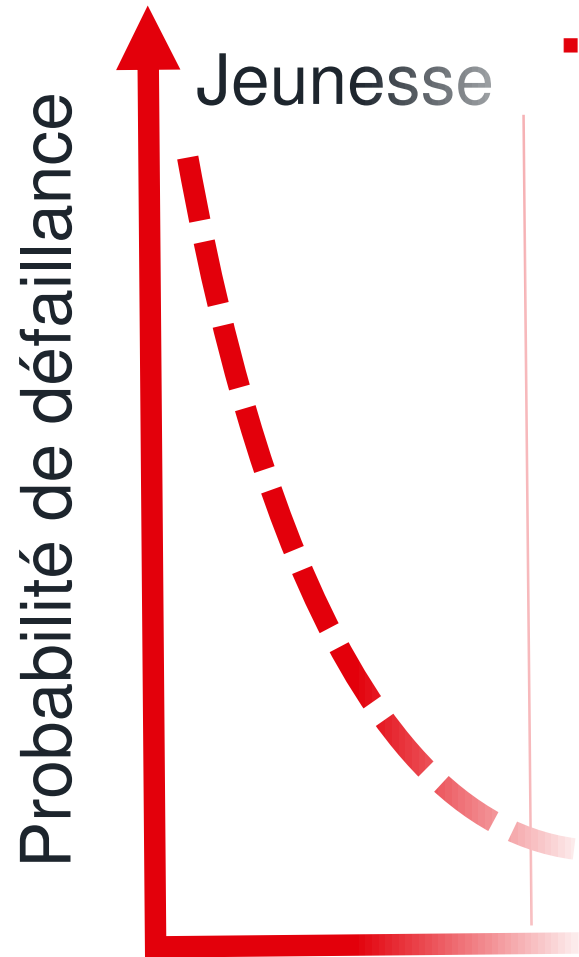
COURBE DE DÉFAILLANCE ET CHRONOLOGIE DES PANNES



COURBE DE DÉFAILLANCE ET CHRONOLOGIE DES PANNES



COURBE DE DÉFAILLANCE ET CHRONOLOGIE DES PANNES



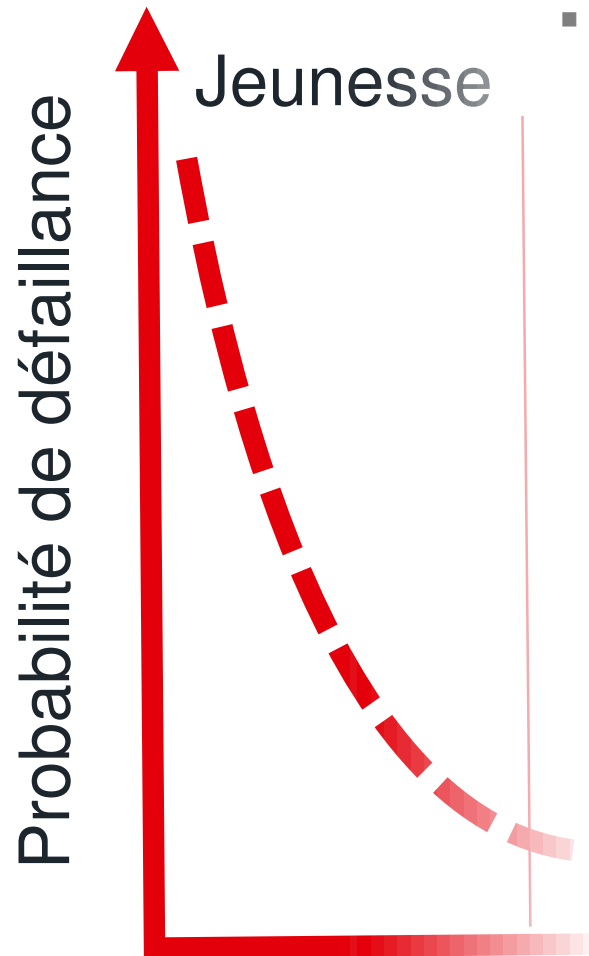
■ La référence des composants est elle conforme ?

- Contrefaçon



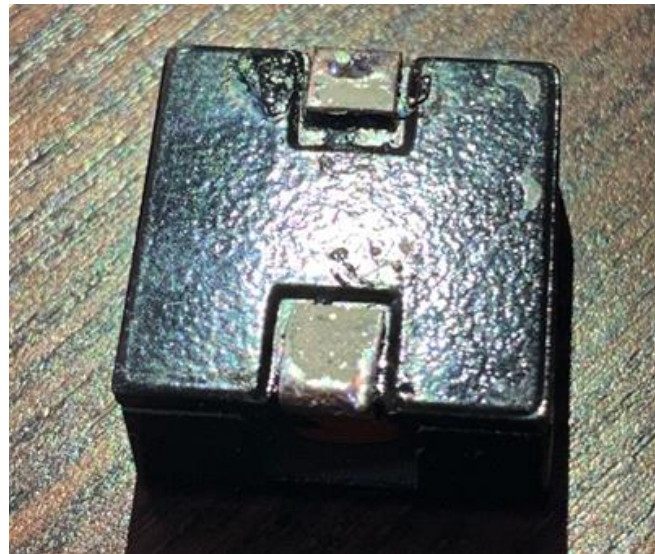
- Equivalence approximative

COURBE DE DÉFAILLANCE ET CHRONOLOGIE DES PANNES



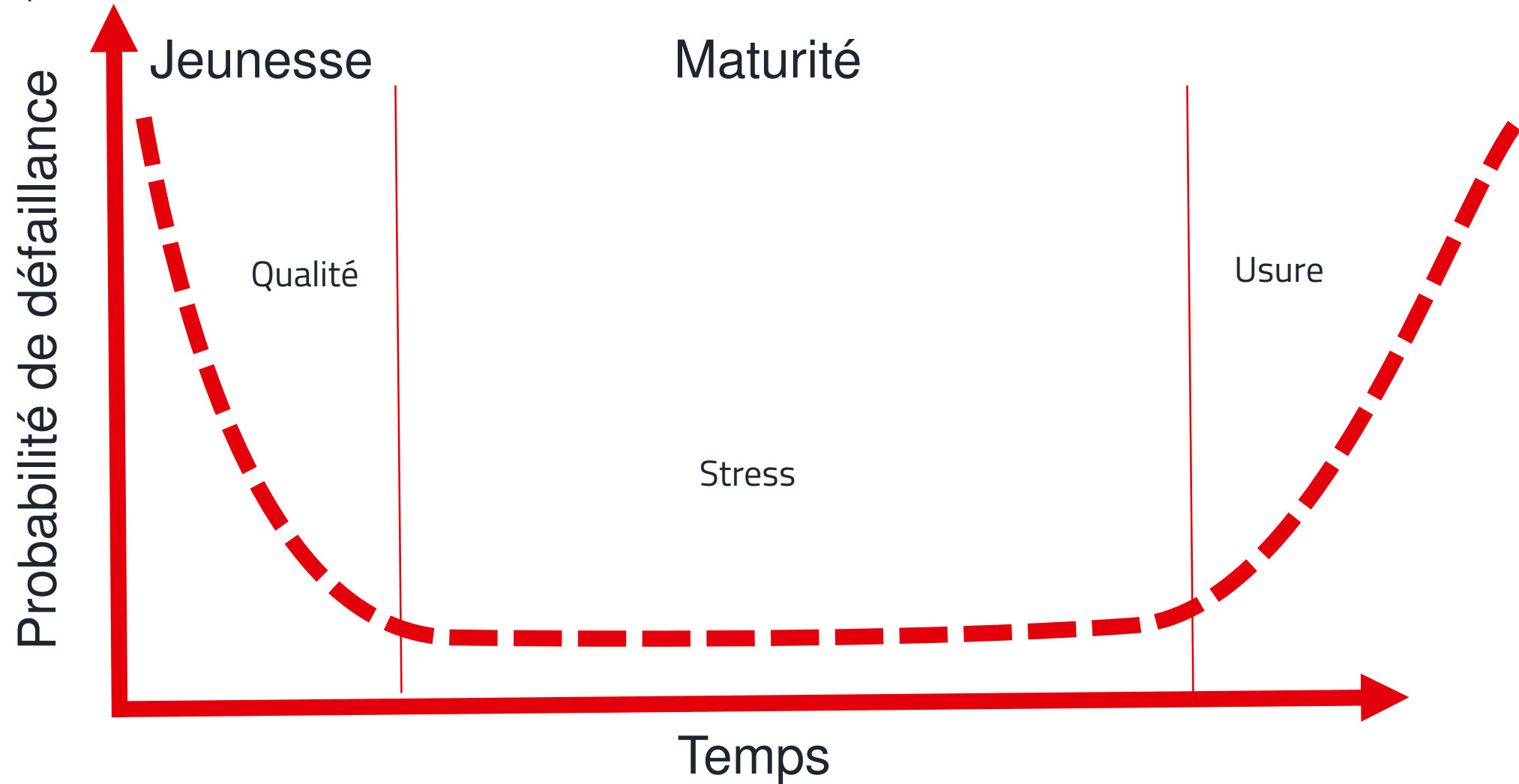
■ Assemblage dans les règles de l'art

- Polarité
- Profil de refusion trop chaud = composant endommagé
- Profil de refusion trop froid = refusion incomplète



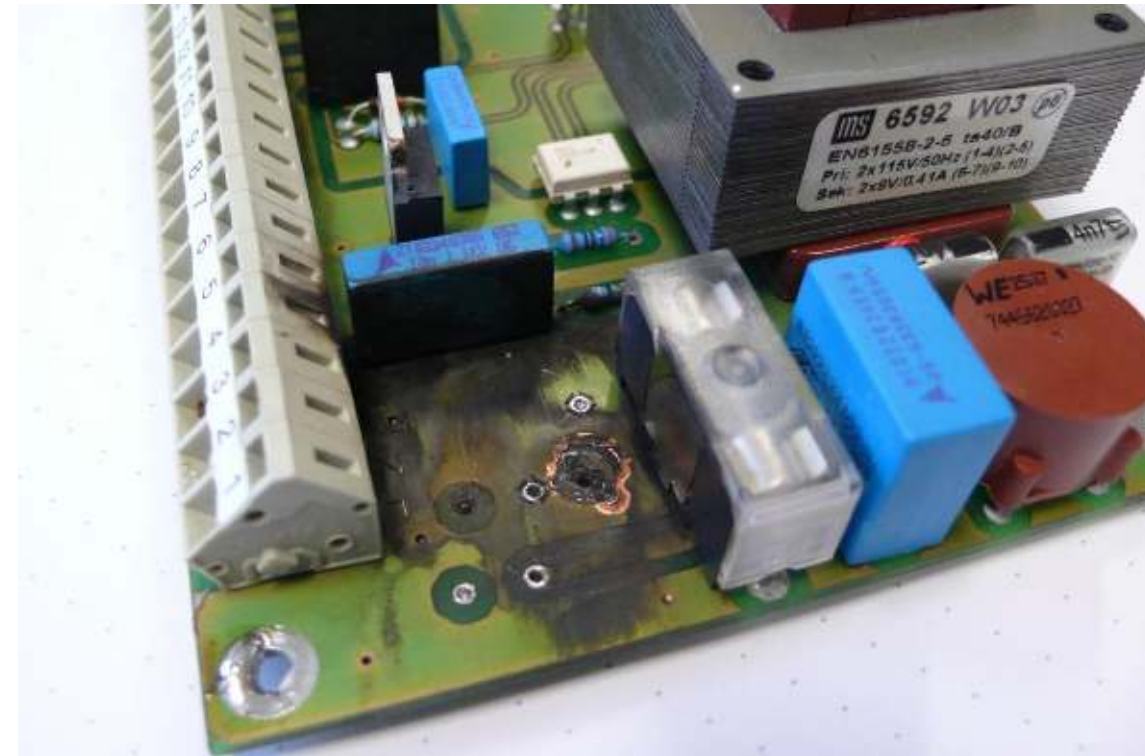
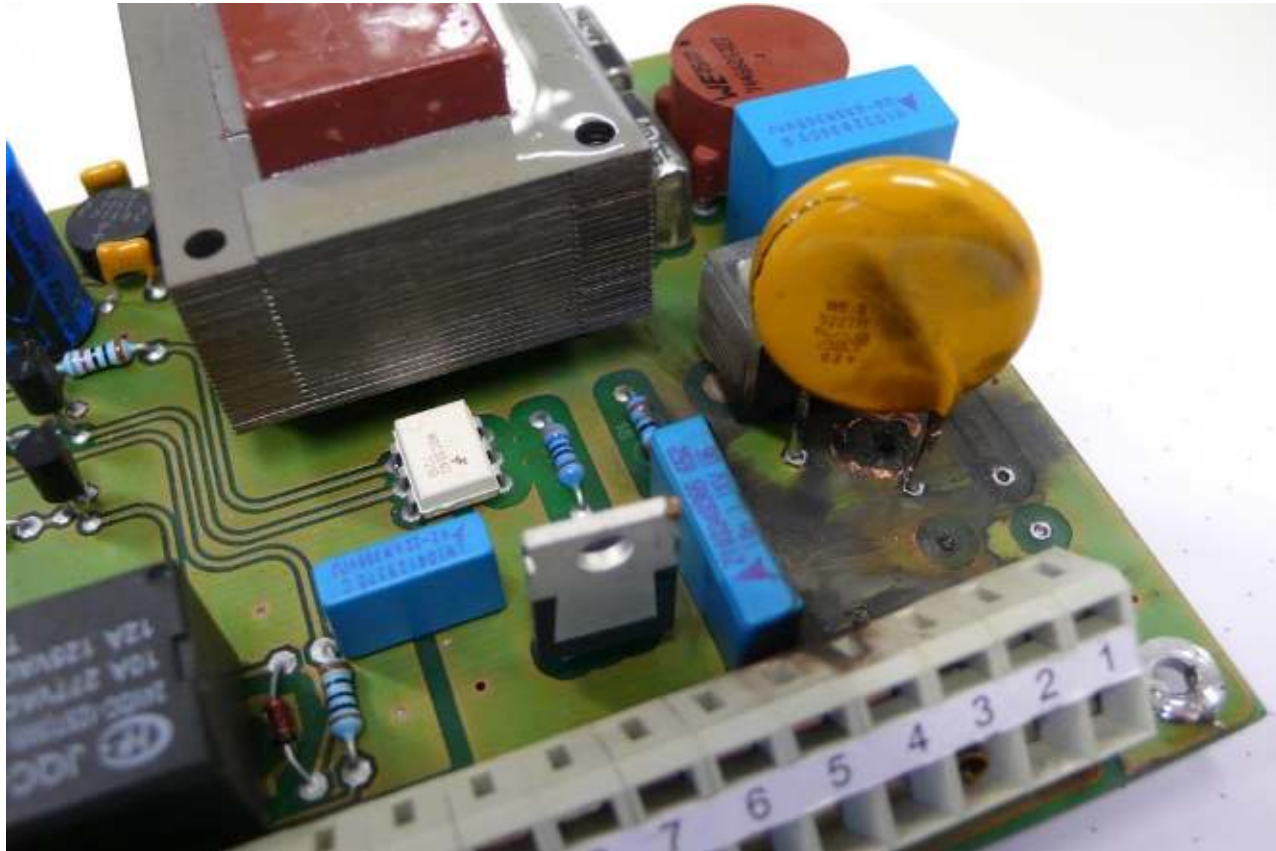
COURBE DE DÉFAILLANCE ET CHRONOLOGIE DES PANNES

Pannes pendant la vie utile



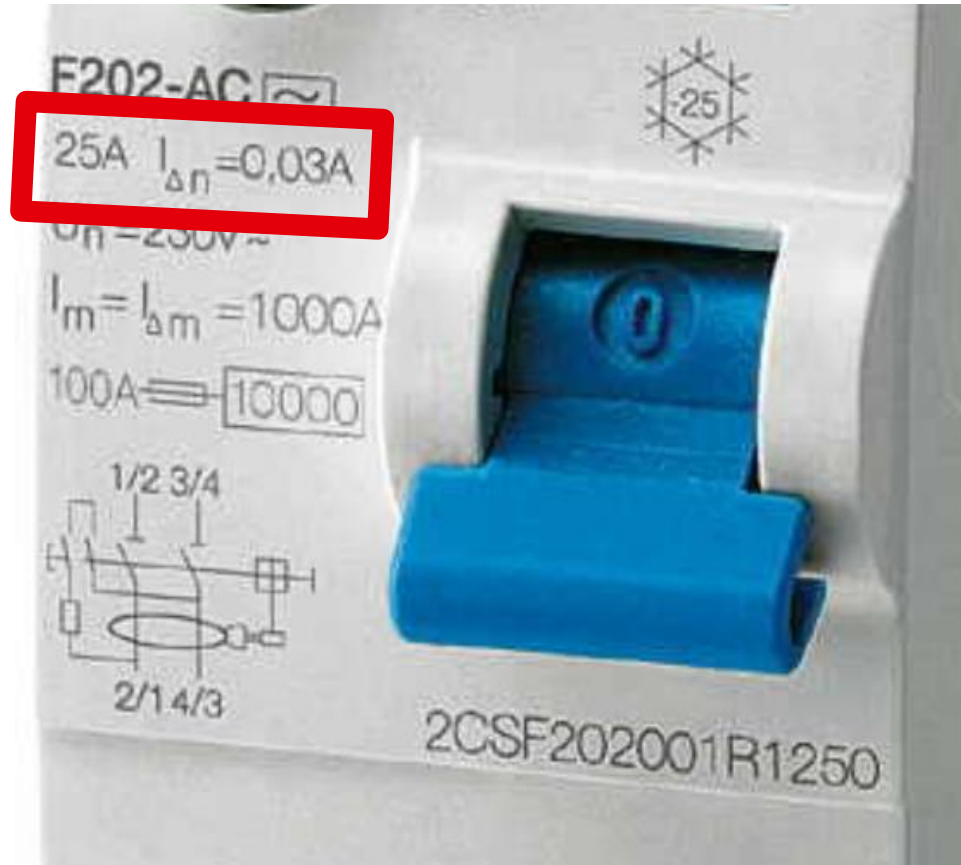
COURBE DE DÉFAILLANCE ET CHRONOLOGIE DES PANNES

Pannes pendant la phase de maturité



COURBE DE DÉFAILLANCE ET CHRONOLOGIE DES PANNES

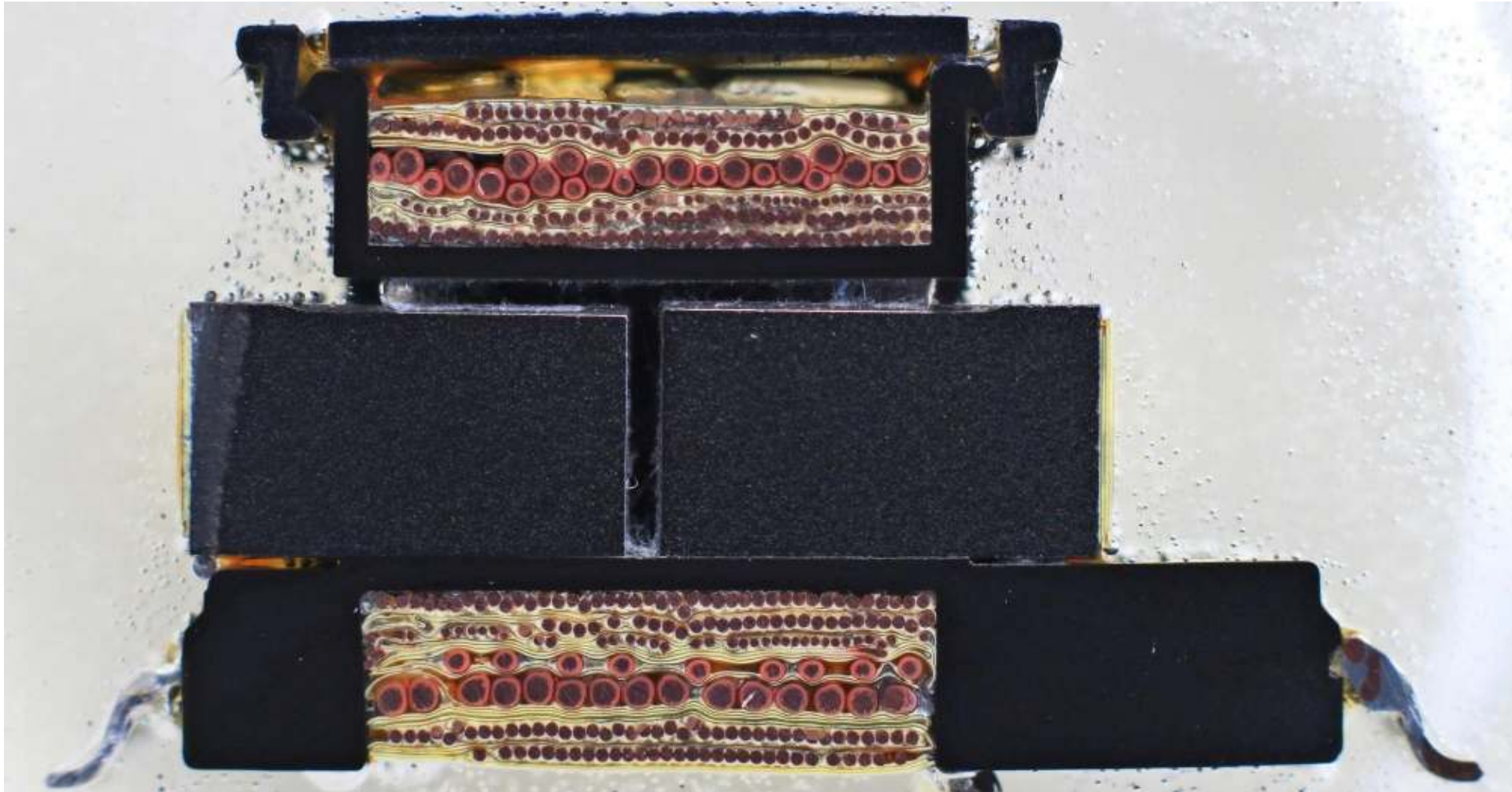
Pannes pendant la phase de maturité



COURBE DE DÉFAILLANCE ET CHRONOLOGIE DES PANNES

Pannes pendant la phase de maturité

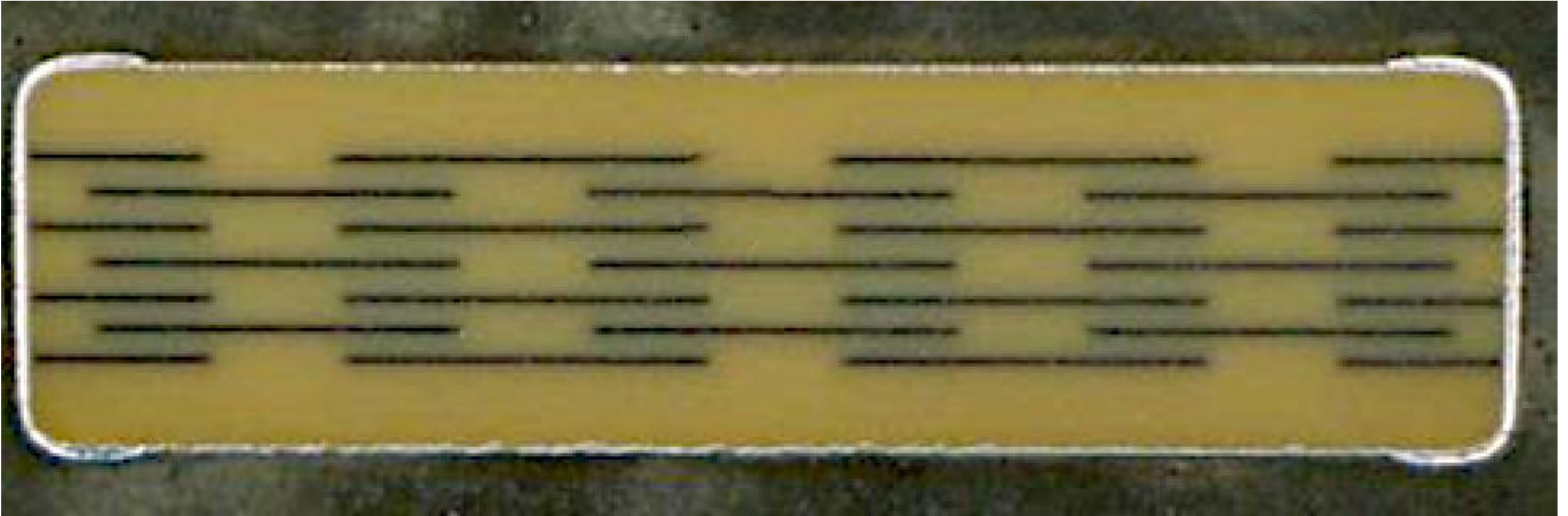
Claquage diélectrique par rapport à la terre



COURBE DE DÉFAILLANCE ET CHRONOLOGIE DES PANNES

Pannes pendant la phase de maturité

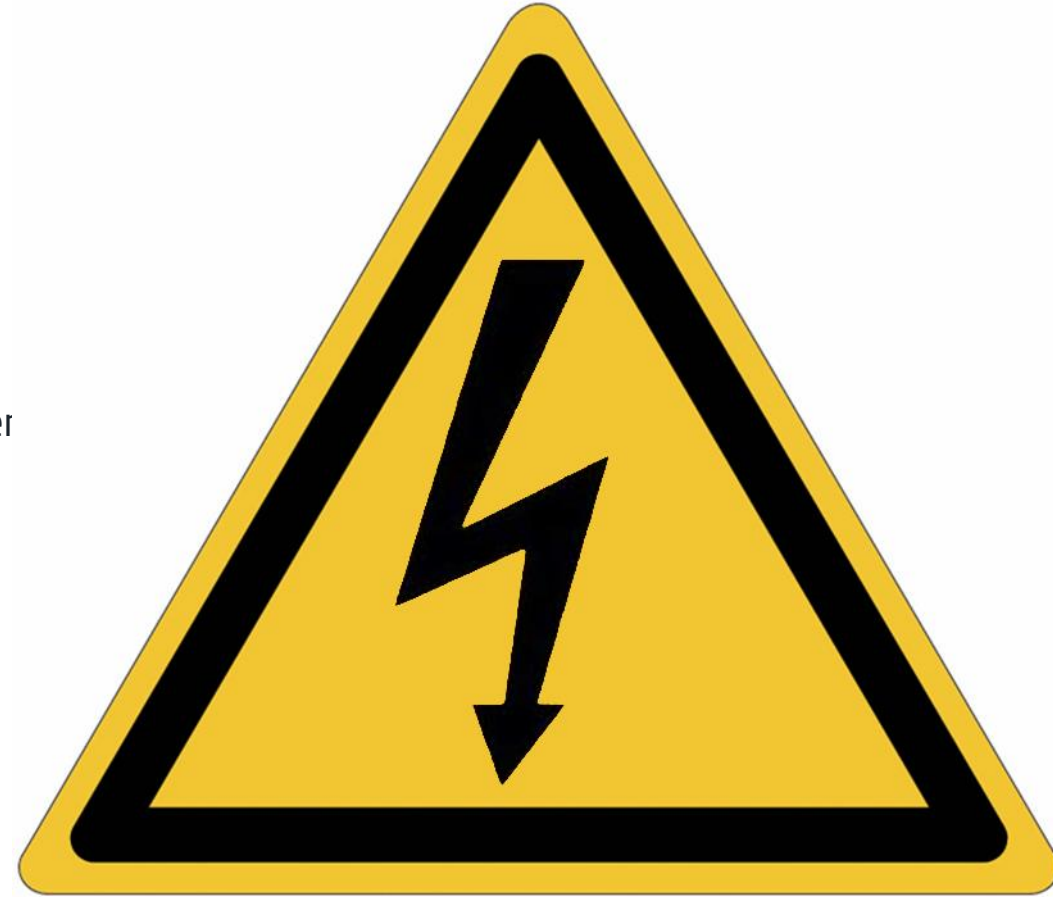
Claquage diélectrique par rapport à la terre



COURBE DE DÉFAILLANCE ET CHRONOLOGIE DES PANNES

Les causes des pannes dans la phase de maturité

- Claquage diélectrique par rapport à la terre
 - La plus grande prudence s'impose, ces fuites peuvent rendre dangereuses des pièces facilement accessibles
 - Les disjoncteurs différentiels ne « sautent » pas sans raisons
- Diagnostic et dépannage
 - Inspecter les barrières d'isolement
 - La carte ou la machine a été lavée ?
 - La sécher
 - Rechercher des traces d'oxydation (bleu/vert généralement)
 - Impact de foudre ?
 - Vérifier au testeur d'isolement / diélectrimetre
- Un doute :
 - Ne pas remettre en service avant d'avoir identifier la source du problème



COURBE DE DÉFAILLANCE ET CHRONOLOGIE DES PANNES

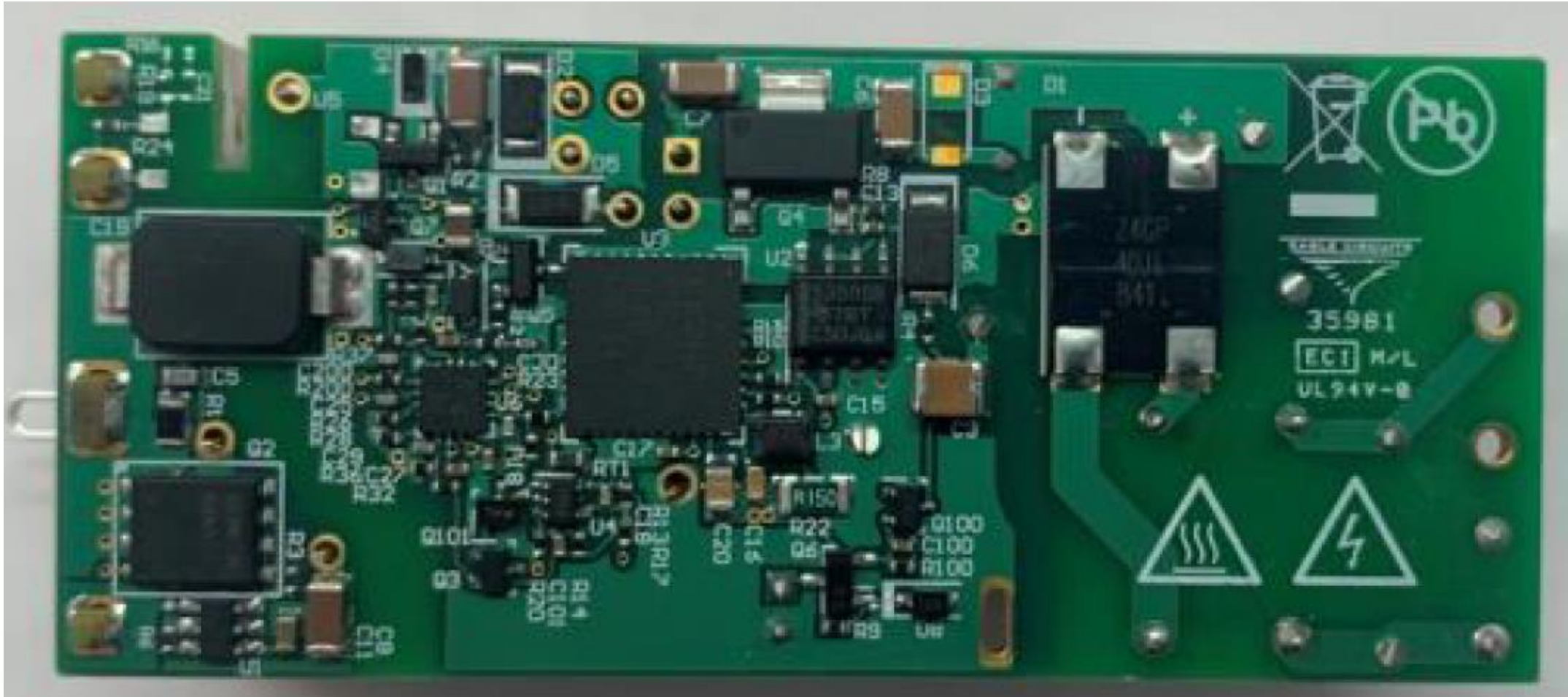
Les causes des pannes dans la phase de maturité

- Inspecter les barrières d'isolement



COURBE DE DÉFAILLANCE ET CHRONOLOGIE DES PANNES

Les causes des pannes dans la phase de maturité



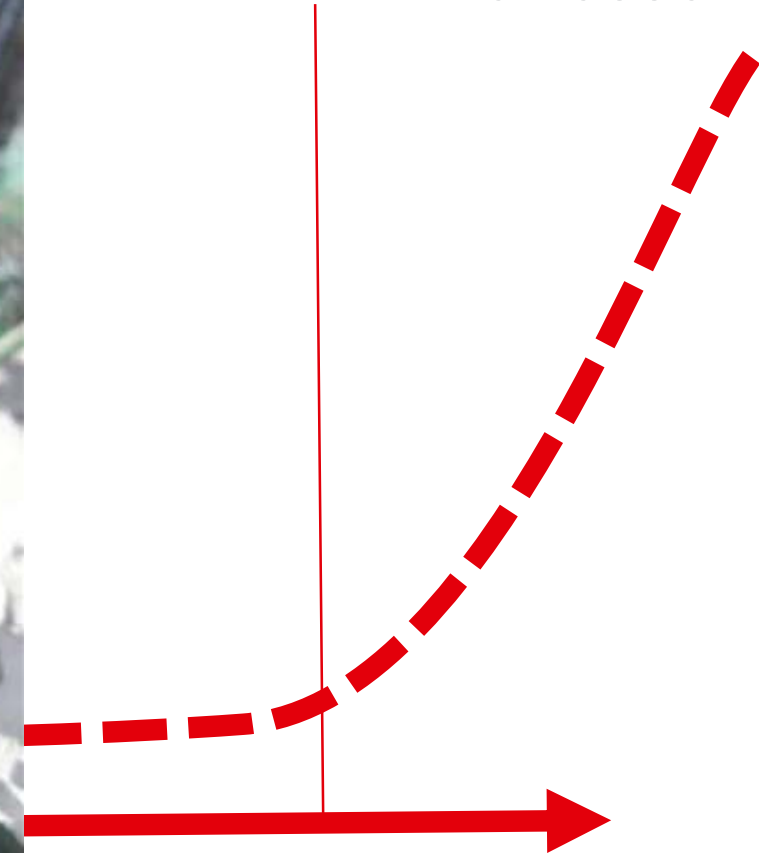
COURBE DE DÉFAILLANCE ET CHRONOLOGIE DES PANNES

Fin de vie des condensateurs



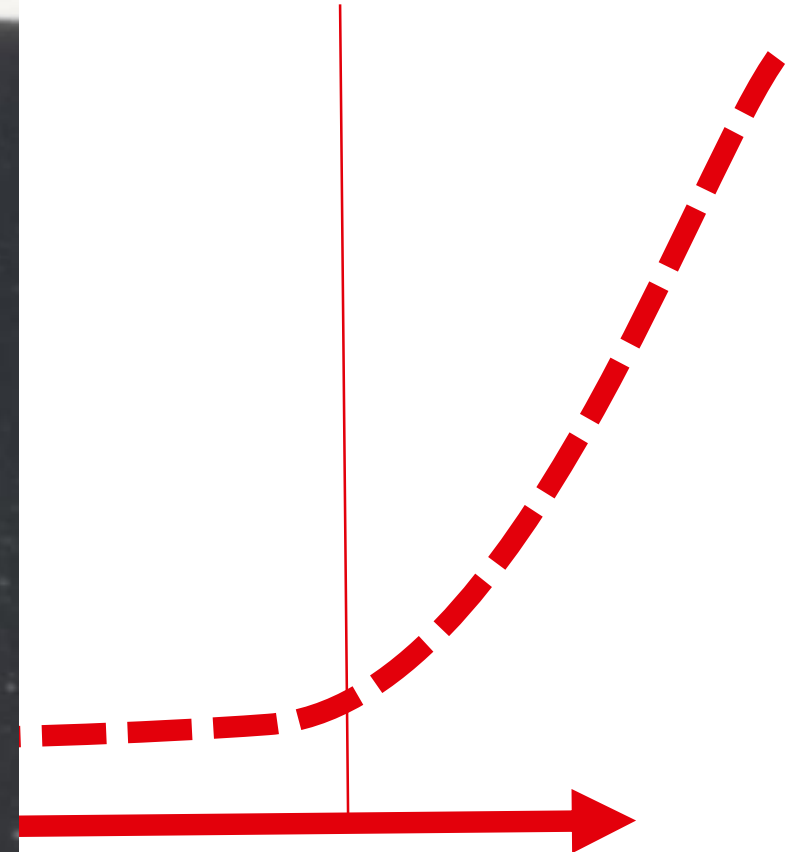
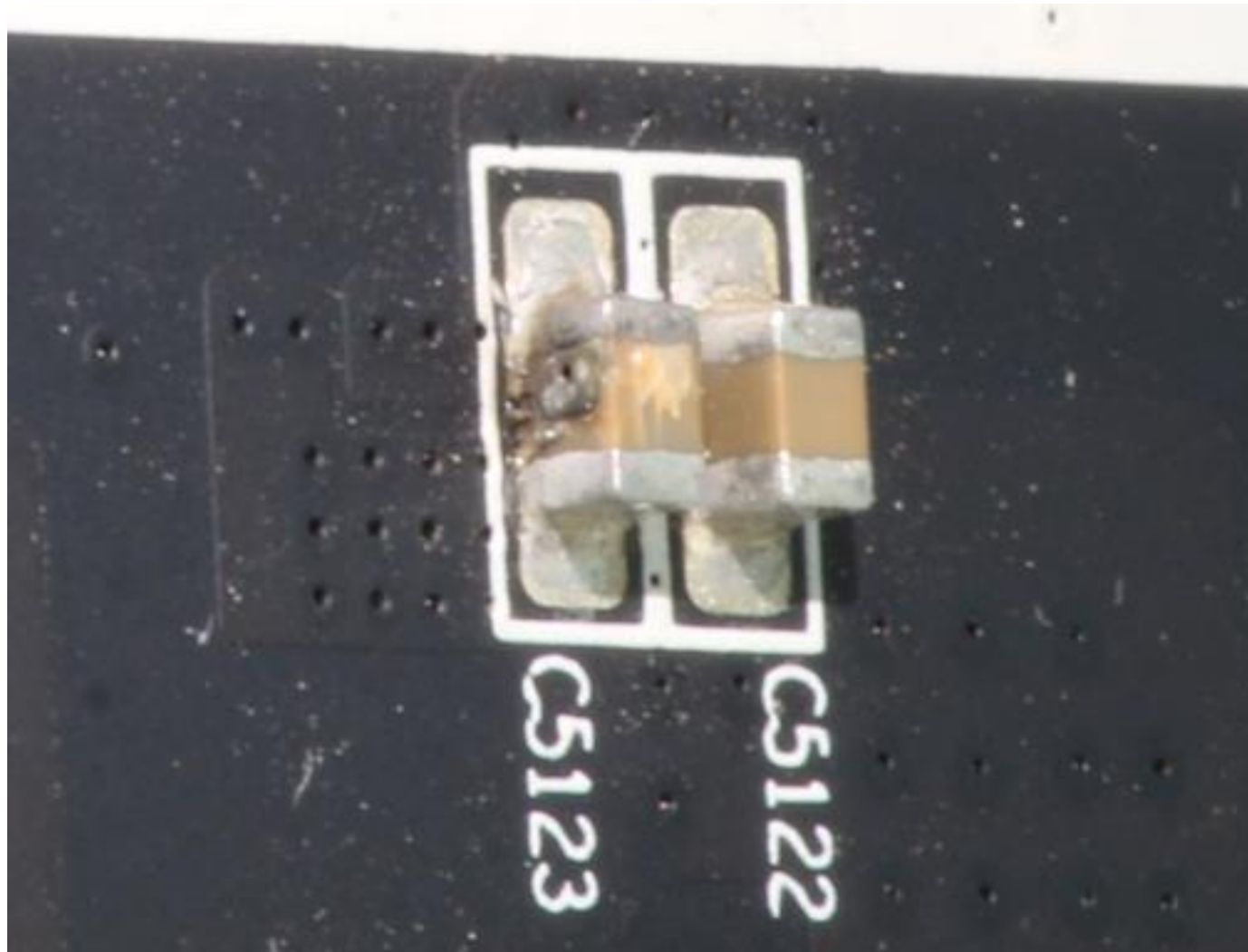
Temps

Vieillesse



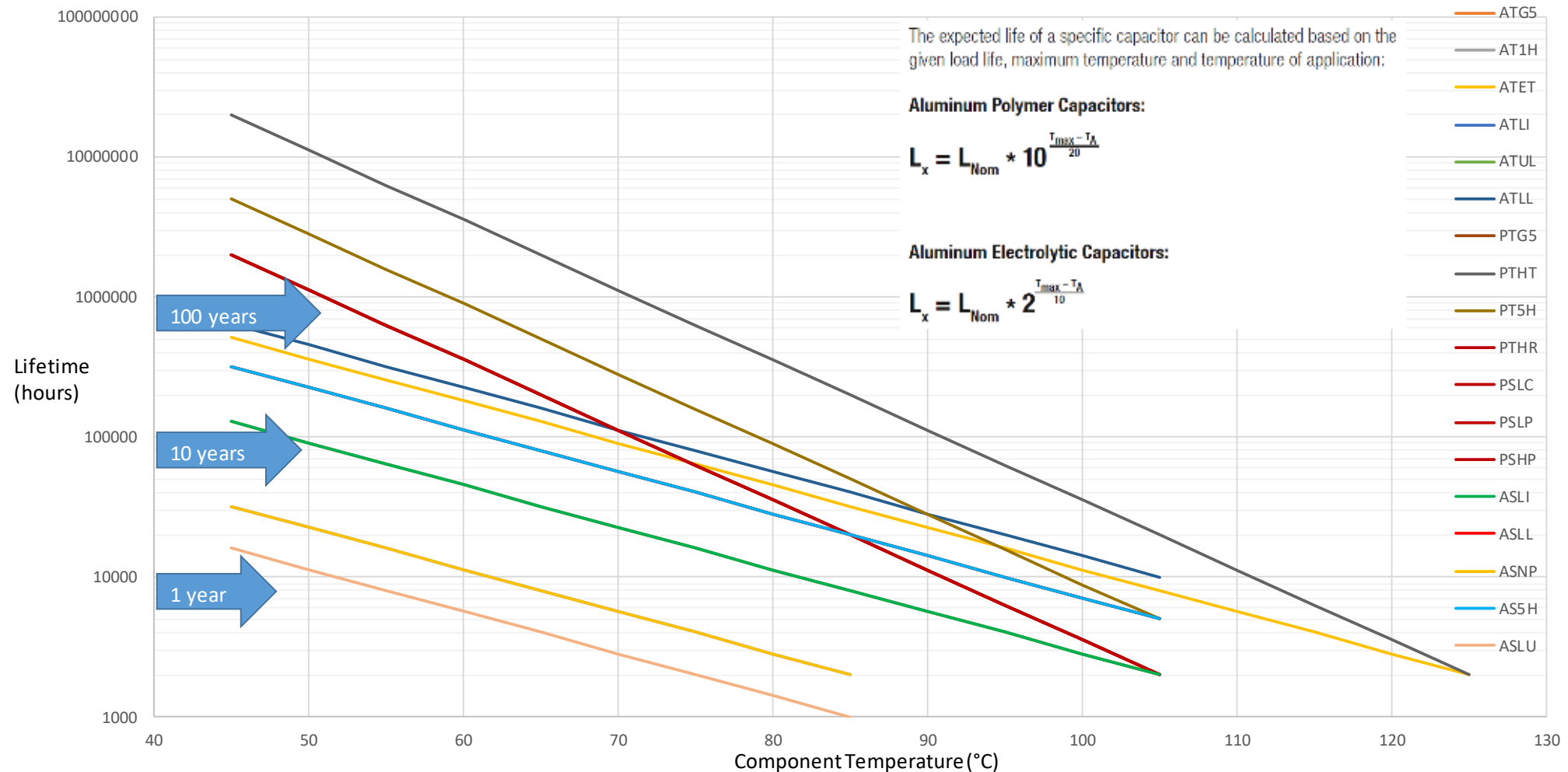
COURBE DE DÉFAILLANCE ET CHRONOLOGIE DES PANNES

Fin de vie des condensateurs



CONSEILS À DESTINATION DES DESIGNERS SUR LA RÉPARABILITÉ ET LA FIABILITÉ

Sélection des condensateurs



CONSEILS À DESTINATION DES DESIGNERS SUR LA RÉPARABILITÉ ET LA FIABILITÉ

Sélection des condensateurs

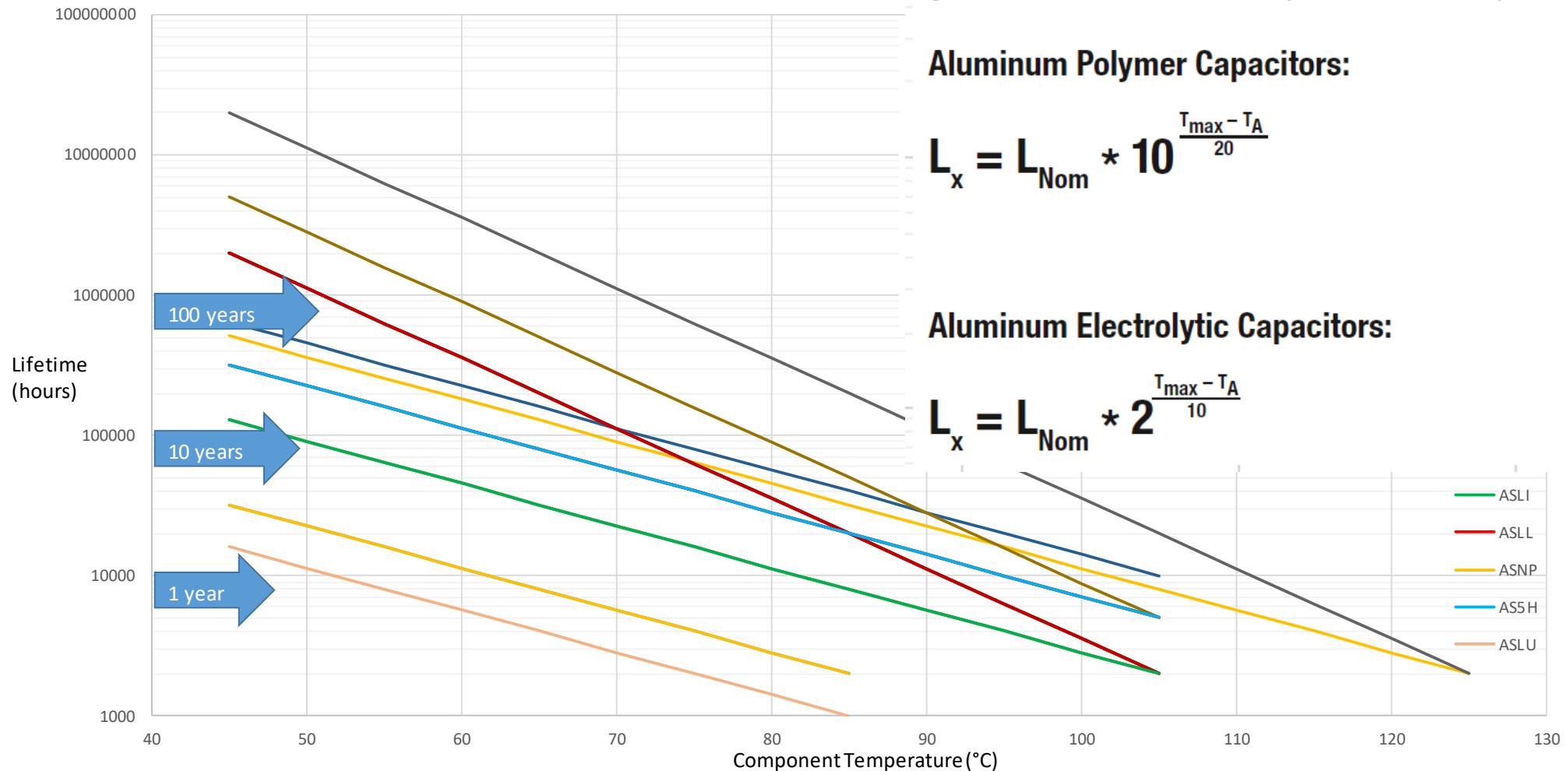
The expected life of a specific capacitor can be calculated based on the given load life, maximum temperature and temperature of application:

Aluminum Polymer Capacitors:

$$L_x = L_{Nom} * 10^{\frac{T_{max} - T_A}{20}}$$

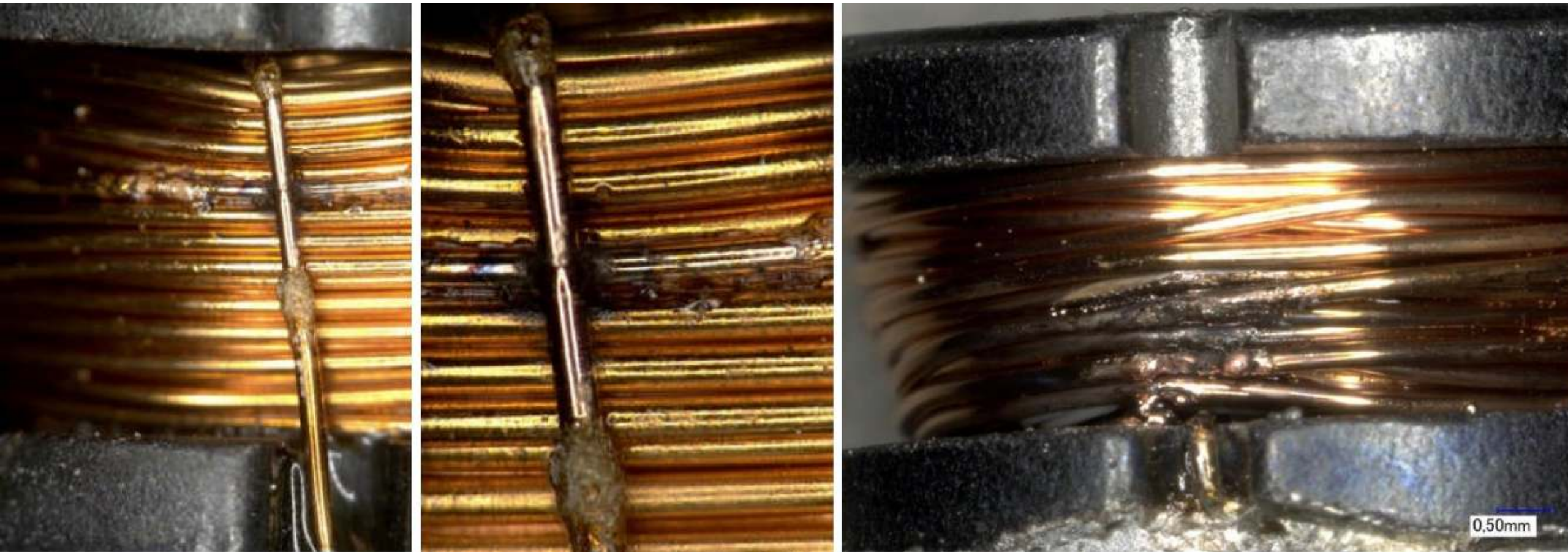
Aluminum Electrolytic Capacitors:

$$L_x = L_{Nom} * 2^{\frac{T_{max} - T_A}{10}}$$



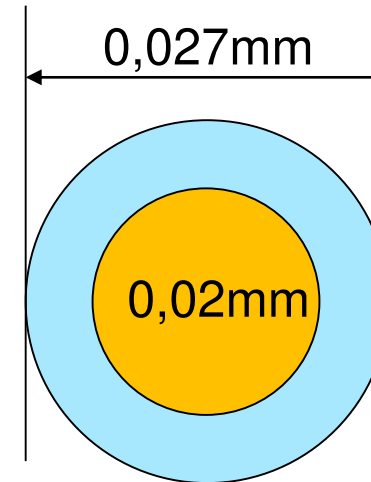
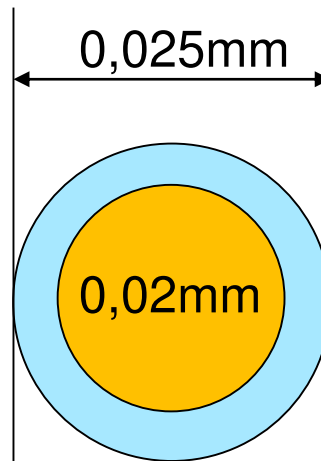
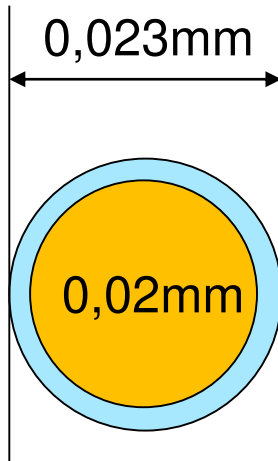
CONSEILS À DESTINATION DES DESIGNERS SUR LA RÉPARABILITÉ ET LA FIABILITÉ

Sélection des isolants et défaillances liées à l'application de tension (+temps)



CONSEILS À DESTINATION DES DESIGNERS SUR LA RÉPARABILITÉ ET LA FIABILITÉ

Sélection des isolants et défaillances liées à l'application de tension (+temps)



Nominal Diameter	Breakdown Voltage acc to IEC **		
	Grade 1	Grade 2	Grade 3
[mm]	min [V]	min [V]	min [V]
0,010	70	125	170
0,012	80	150	190
0,014	90	175	230
0,016	100	200	260

VALIDATION DU *SAFE OPERATING AREA*

Défaillance des SC de puissance

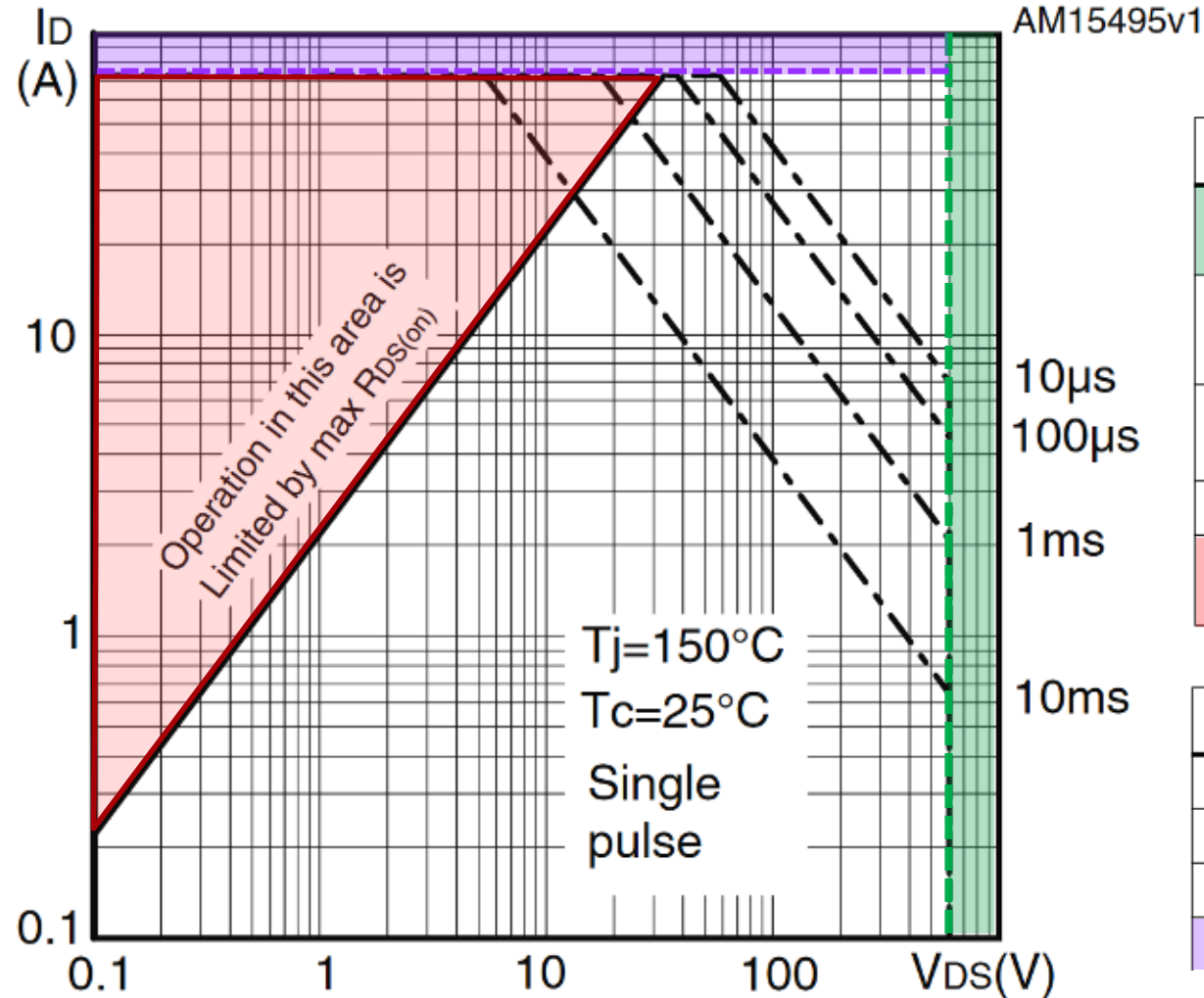


Table 5. On /off states

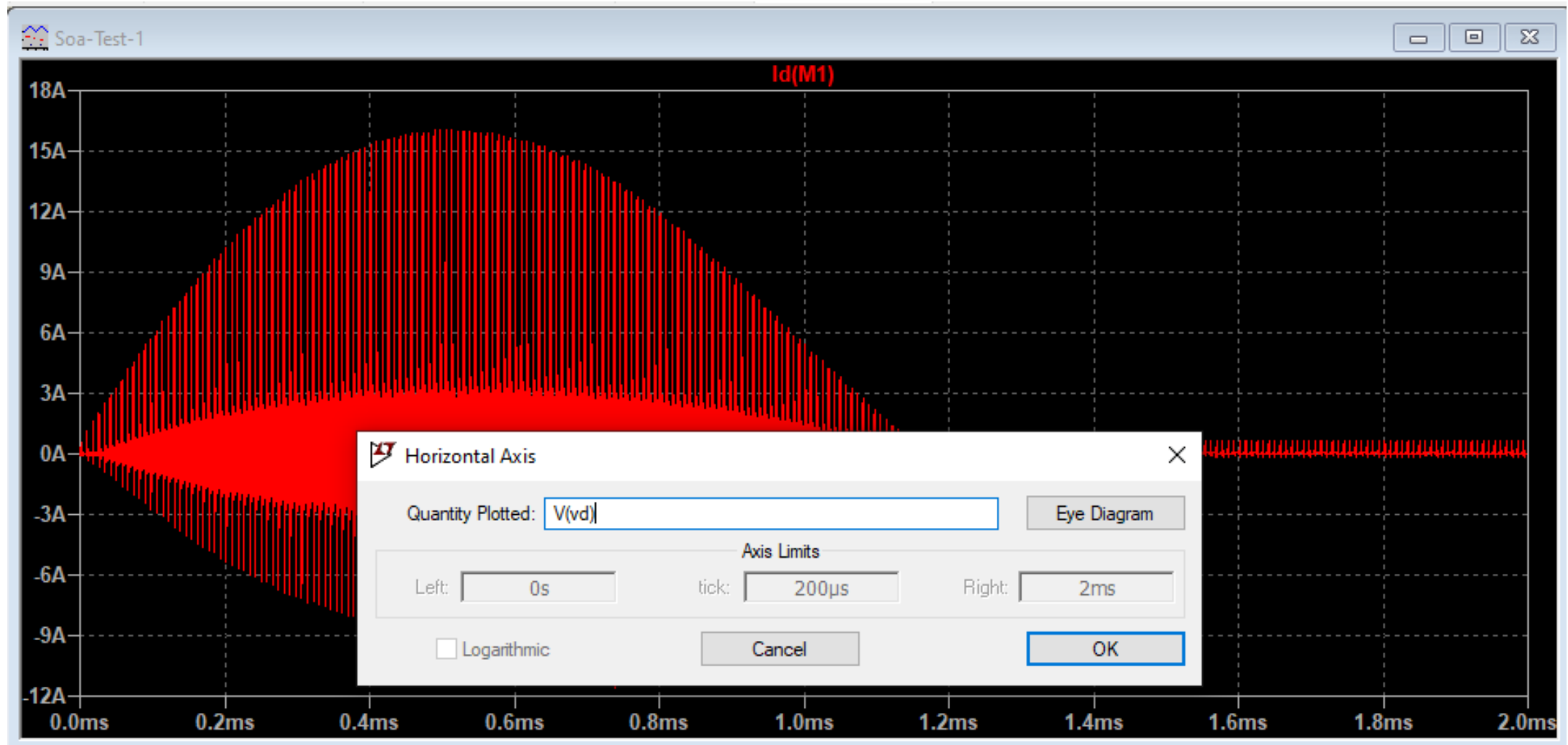
Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_{(BR)DSS}$	Drain-source breakdown voltage	$I_D = 1 \text{ mA}$, $V_{GS} = 0$	600			V
I_{DSS}	Zero gate voltage drain current ($V_{GS} = 0$)	$V_{DS} = 600 \text{ V}$			1	μA
		$V_{DS} = 600 \text{ V}$, $T_C = 125^\circ\text{C}$			100	μA
I_{GSS}	Gate-body leakage current ($V_{DS} = 0$)	$V_{GS} = \pm 25 \text{ V}$			± 10	μA
$V_{GS(th)}$	Gate threshold voltage	$V_{DS} = V_{GS}$, $I_D = 250 \mu\text{A}$	2	3	4	V
$R_{DS(on)}$	Static drain-source on-resistance	$V_{GS} = 10 \text{ V}$, $I_D = 9 \text{ A}$		0.168	0.19	Ω

Table 2. Absolute maximum ratings

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{GS}	Gate-source voltage	± 25	V
I_D	Drain current (continuous) at $T_C = 25^\circ\text{C}$	18	A
I_D	Drain current (continuous) at $T_C = 100^\circ\text{C}$	12	A
$I_{DM}^{(1)}$	Drain current (pulsed)	72	A

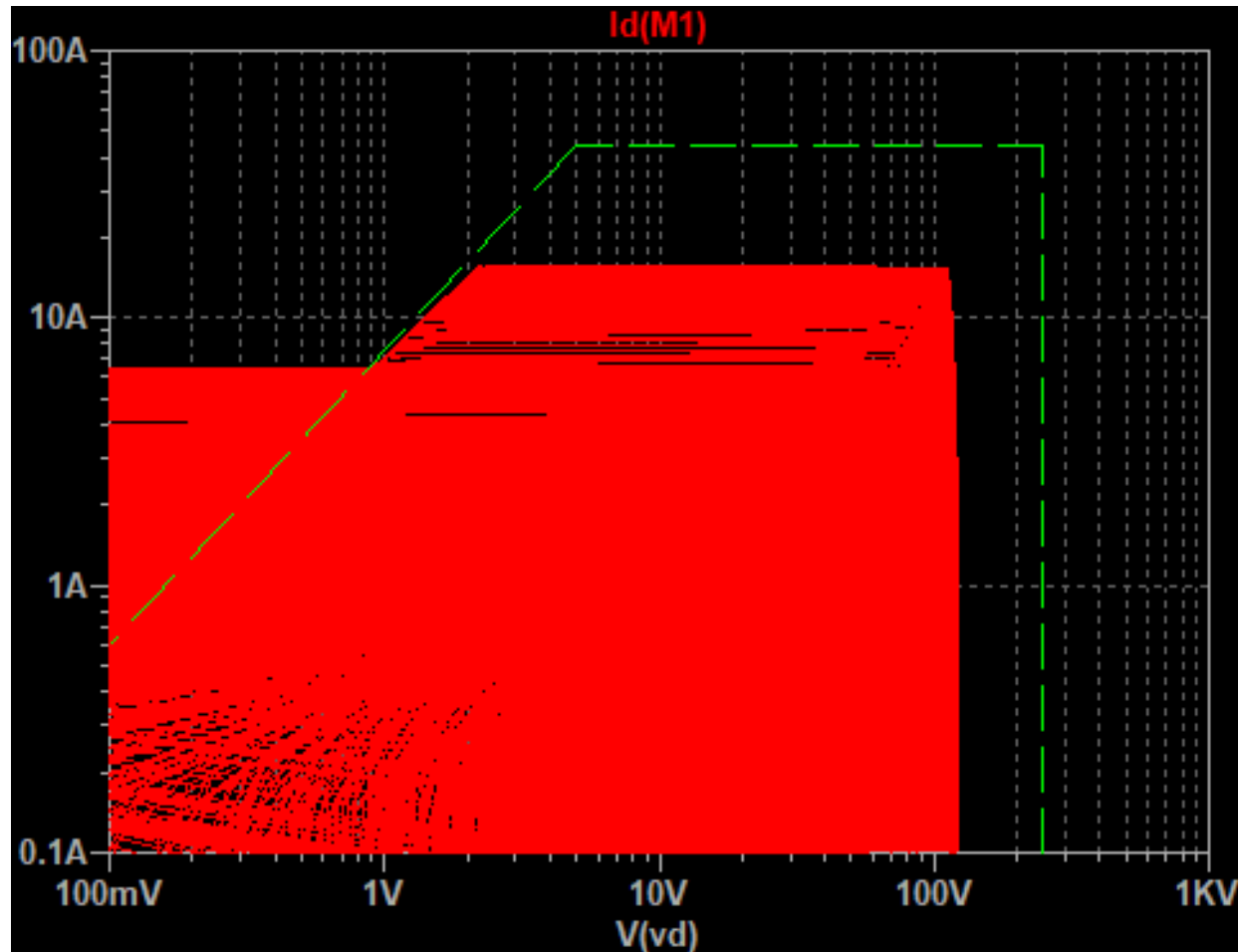
VALIDATION DU *SAFE OPERATING AREA*

Défaillance des SC de puissance - Simulation



VALIDATION DU *SAFE OPERATING AREA*

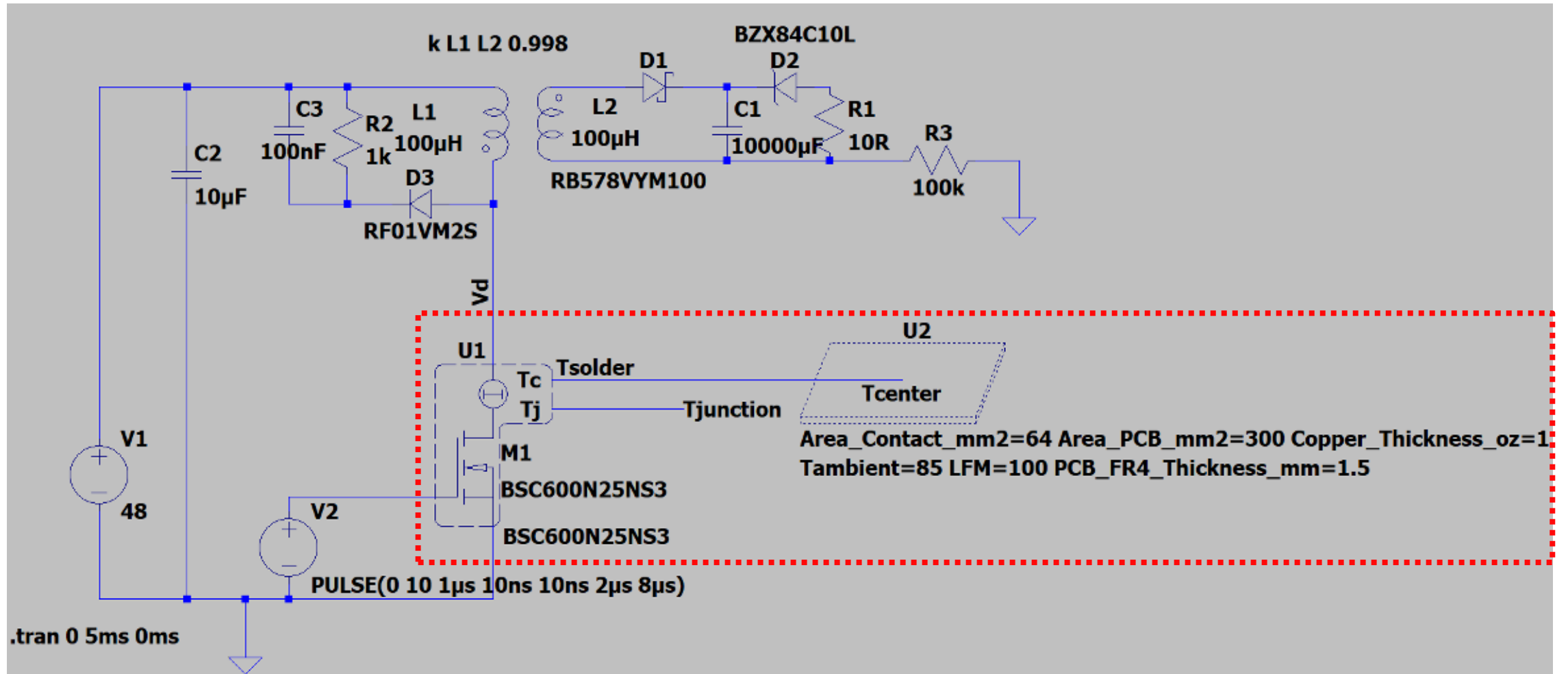
Défaillance des SC de puissance - simulation



```
Soa-Test-1-edit.plt - Bloc-notes
Fichier Edition Format Affichage Aide
[Transient Analysis]
{
  Npanes: 1
  {
    traces: 1 {34603012,0,"Id(M1)"}
    Parametric: "V(vd)"
    X: ('K',0,0.1,99.99,1000)
    Y[0]: ('_',0,0.1,9.99,100)
    Y[1]: ('_',0,1e+308,3,-1e+308)
    Ams: ('_',1,0,0,0.1,9.99,100)
    Log: 1 1 0
    GridStyle: 1
    Line: "A" 2 1 (250,0.100) (250,44)
    Line: "A" 2 1 (250,44) (5,44)
    Line: "A" 2 1 (5,44) (0.1,0.6)
  }
}
```

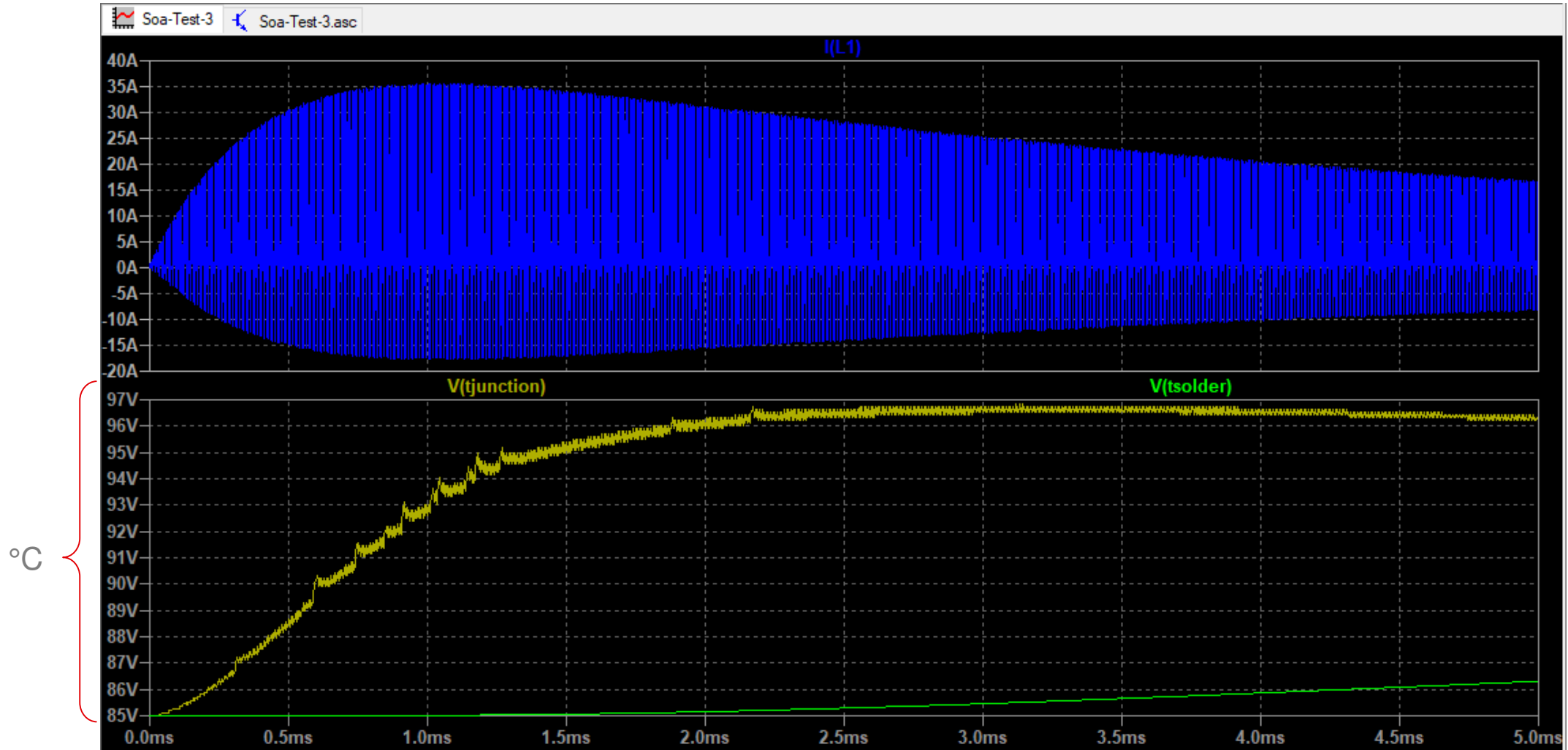
VALIDATION DU *SAFE OPERATING AREA*

Modélisation Thermique transitoire « SOATHERM »

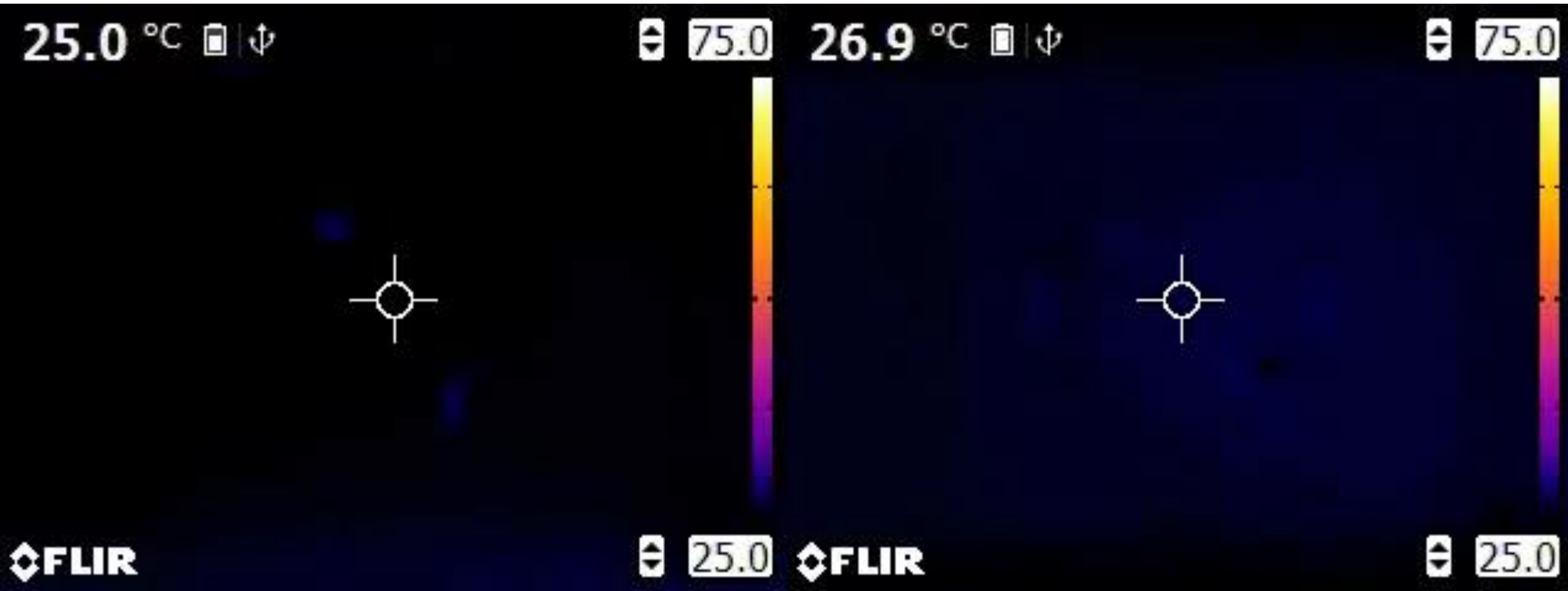


VALIDATION DU *SAFE OPERATING AREA*

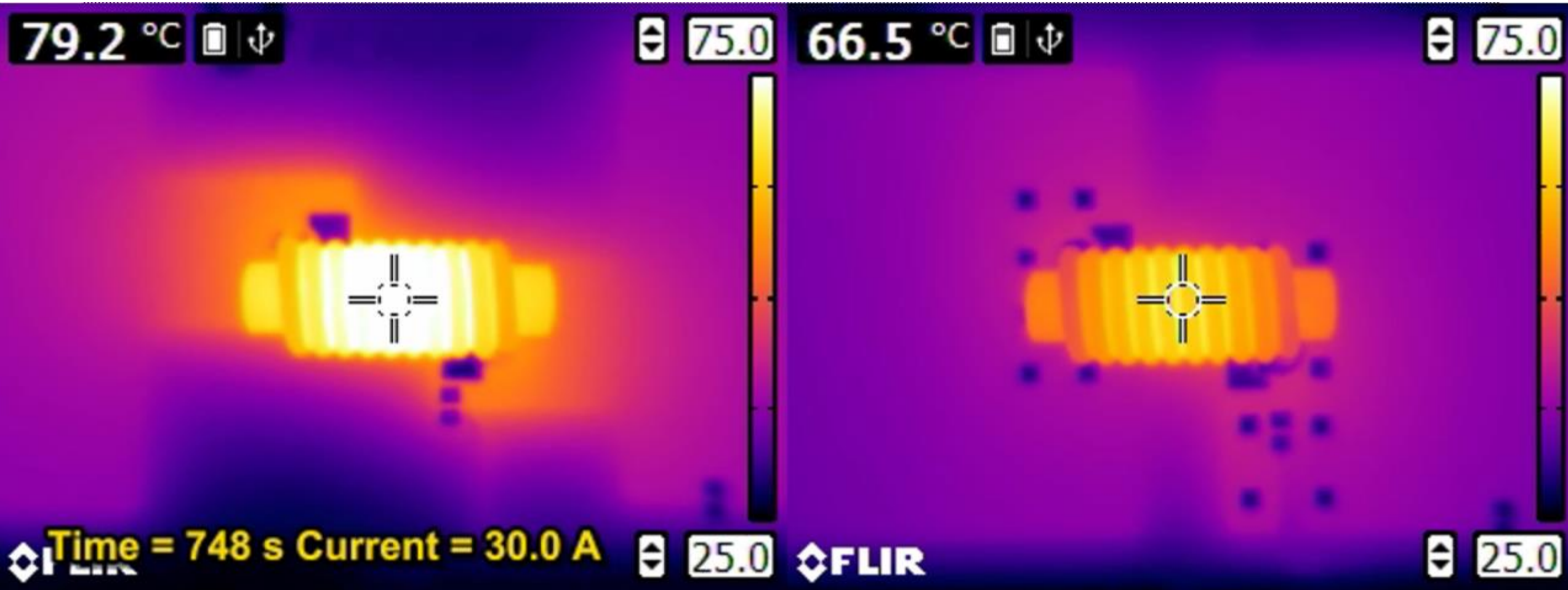
Modélisation Thermique transitoire « SOATHERM »



GRADIENT ET ASYMPTOTE DE TEMPÉRATURE



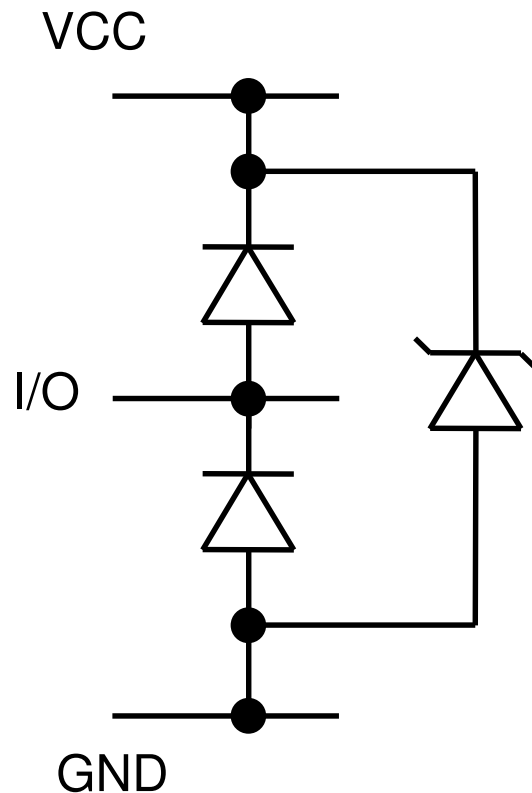
GRADIENT ET ASYMPTOTE DE TEMPÉRATURE



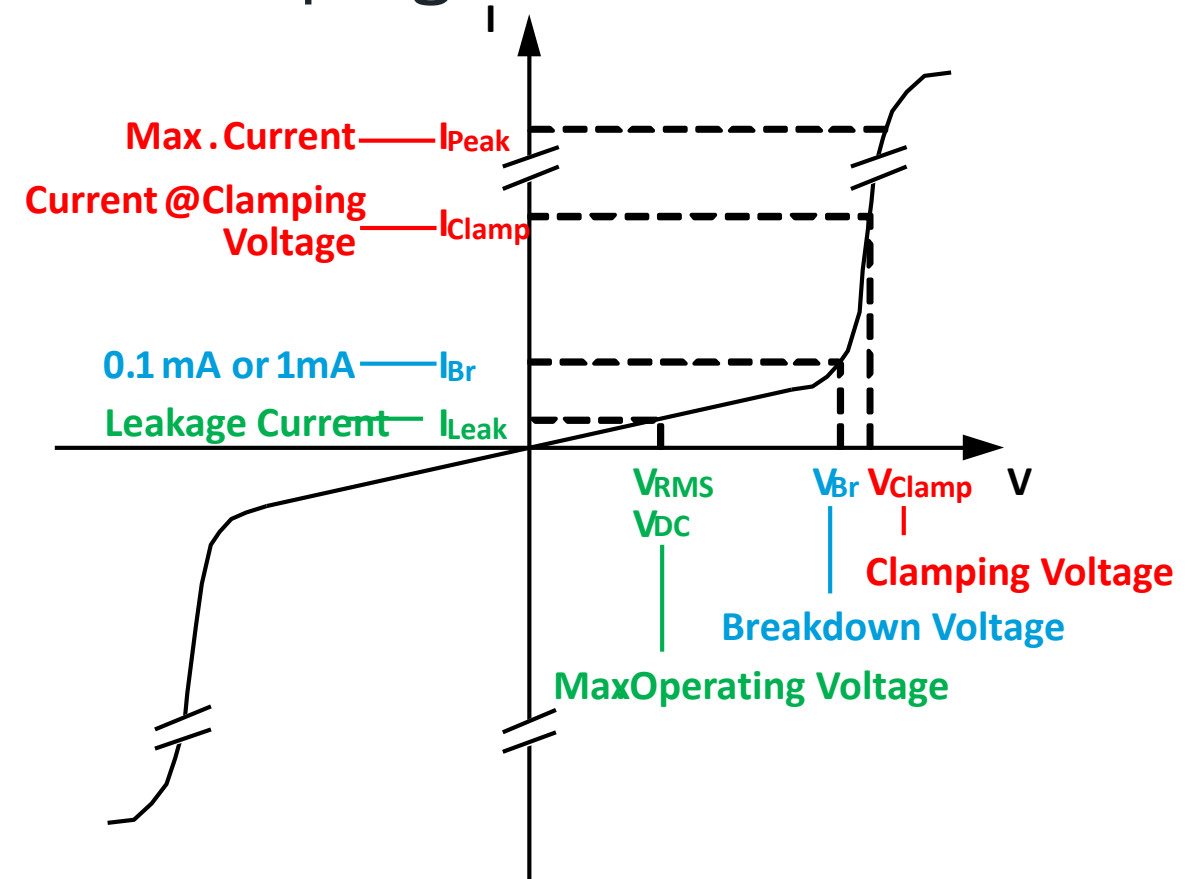
CONSEILS À DESTINATION DES DESIGNERS SUR LA RÉPARABILITÉ ET LA FIABILITÉ

Protection contre les „*Electrical overstress*”

PROTECTION = Topology x Clamping characteristics



X



CONSEILS À DESTINATION DES DESIGNERS SUR LA RÉPARABILITÉ ET LA FIABILITÉ

Protection contre les „*Electrical overstress*”

