



Etude thermique d'une carte électronique

Marine BERTEAU, Maxime CHEREAU, Alain NEVEU*, Frédéric JOLY*

IUT d'Evry-Val d'Essonne, Département GTE, 91220 Brétigny-sur-Orge

*Laboratoire de Mécanique et d'Energétique d'Evry, Université Paris-Saclay



MFE

Mécanique des Fluides et Environnement

MDS

Modélisation en Dynamique des Structures

THE

Thermique & Énergétique

GEA

Gestion Entreprises en Administration

GLT

Gestion Logistique et Transport

QLIO

Qualité Logistique Industrielle et Organisation

GEII

Génie Electrique et Informatique Industrielle



TC

Techniques de Commercialisation

GMP

Génie Mécanique et Productique

SGM

Sciences et Génie des Matériaux

GTE

Génie Thermique et Energie

Que faisons-nous ?

en recherche

Miniaturisation

Concentration de fonctions



2000

2018

Puissance

En augmentation



Durée de vie

Liée à la température

10°C d'écart sur T_{moy} c'est ...
durée de vie / 2.

Exemple d'activités : thermique et électronique

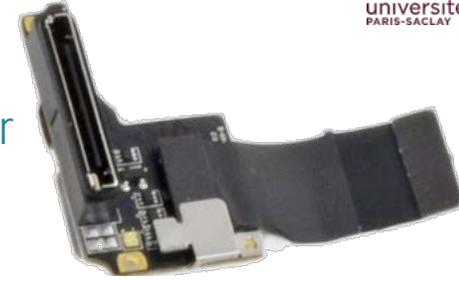


Batterie

Support



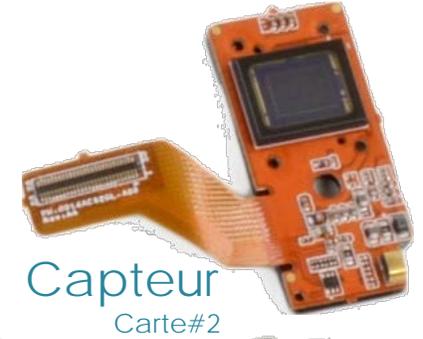
Connecteur



Carcasse



Processeur
Cartes#1



Capteur
Carte#2



Affichage
Carte#3



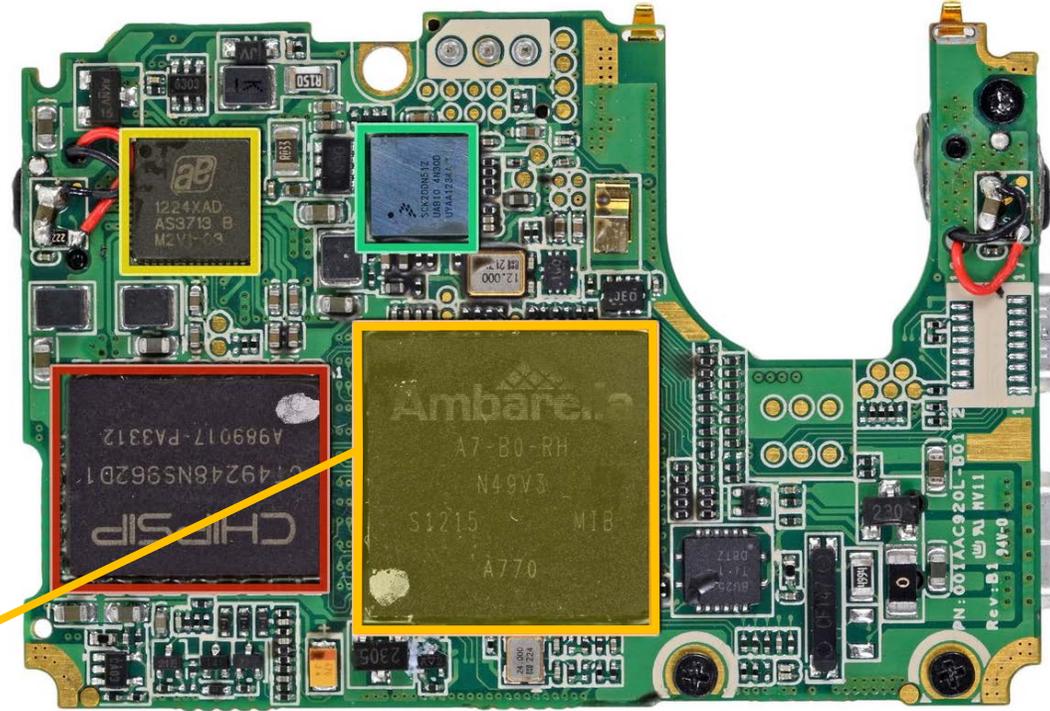
Optique

Exemple d'activités : thermique et électronique

SIP
System in package



Processeur Vidéo

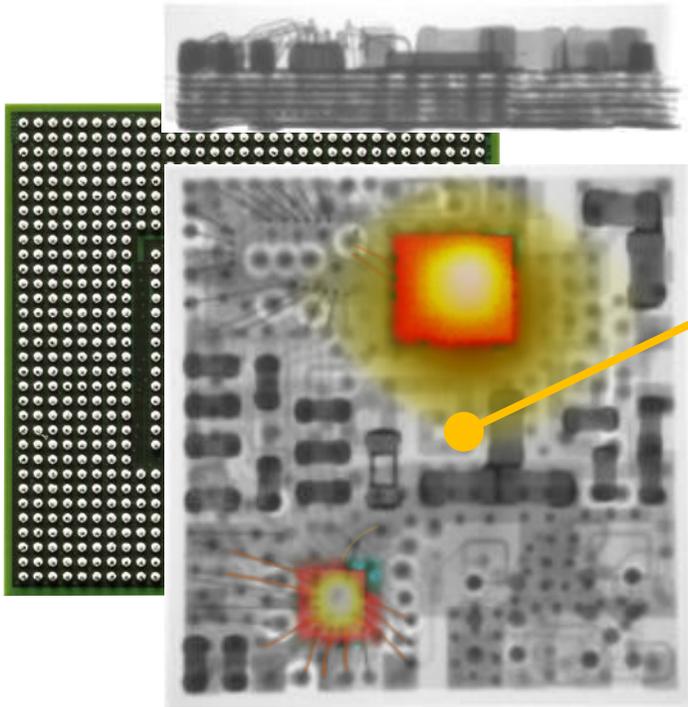


Processeur
Carte#1
Face Top

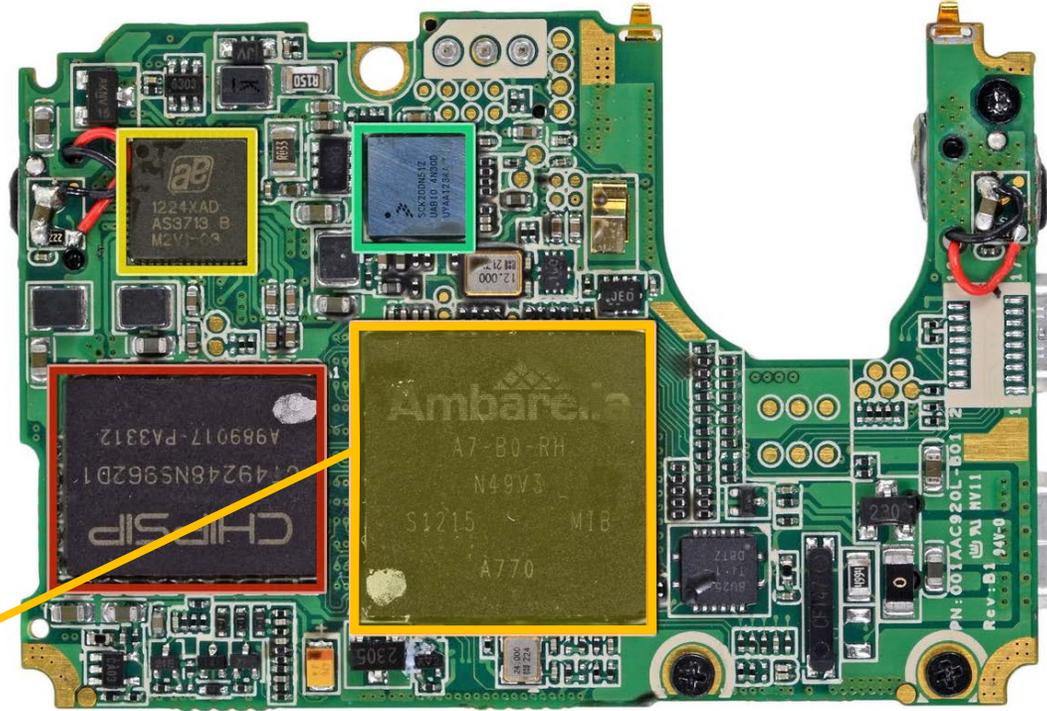
sources
chaudes

Exemple d'activités : thermique et électronique

SIP
System in package



Processeur Vidéo



Processeur
Carte#1
Face Top

sources
chaudes

2 MHz

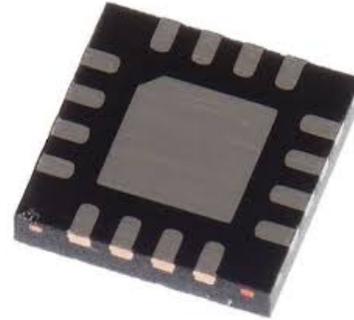
Estimation de la puissance dissipée

3,6 V

2,1 A

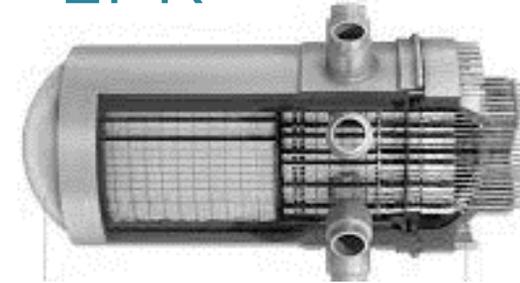
$\alpha=0,42$

Rapport cyclique



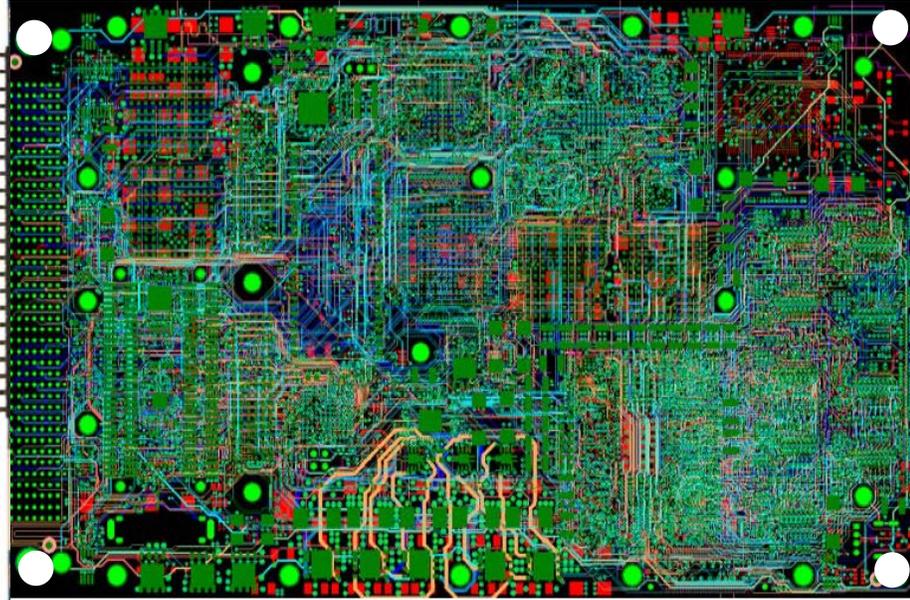
Convertisseur 8026

EPR



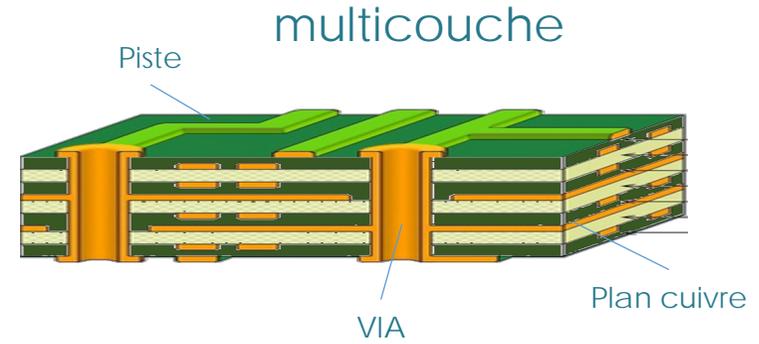
Dimensions		3 x3 x 0,75 mm	Cuve
Résistance		$R_a = \begin{matrix} 0,036 \ \Omega & PFET \\ 0,013 \ \Omega & NFET \end{matrix}$	$\phi 4,9 \times 13 \text{ m}$
Puissance	Π	0,75 W	4324 MWth
Puissance volumique	ϖ	111 MW/m ³	43 MW/m ³

Abaisseur de tension   découpage

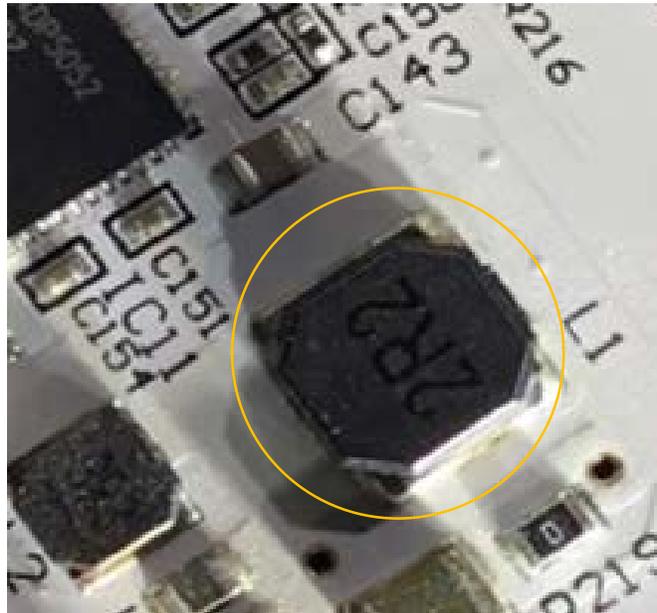
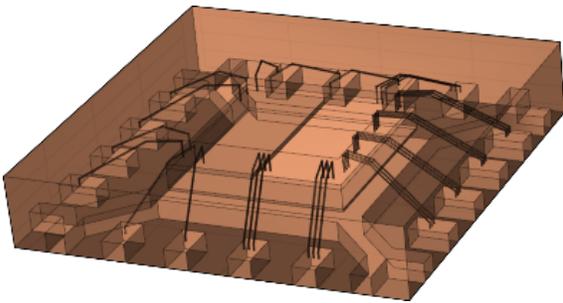


Printed Circuit Board

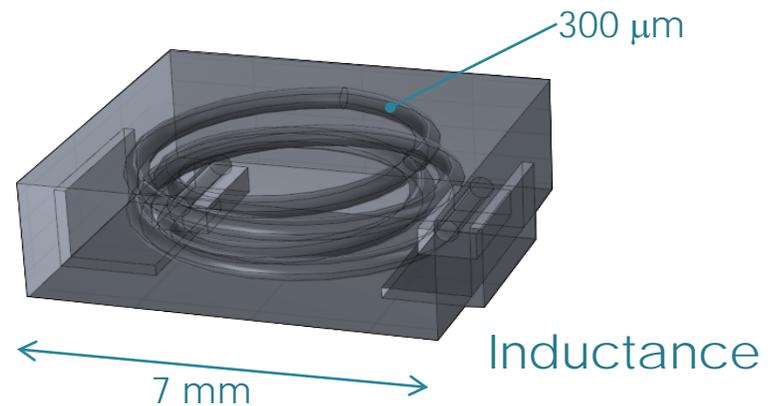
PCB



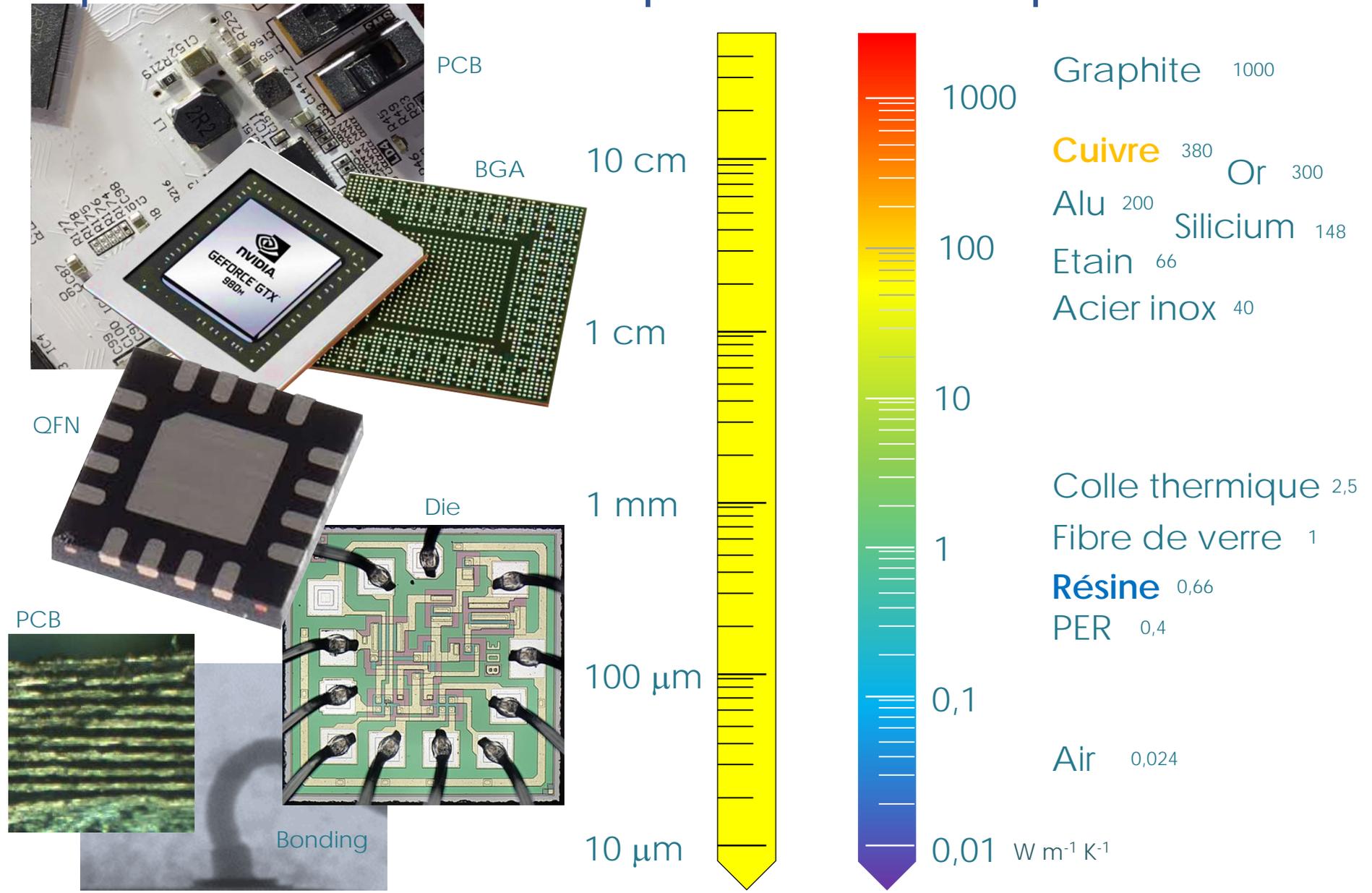
Complexité géométrique



Composant



Exemple d'activités : thermique et électronique



Longueurs

Conductivités thermiques

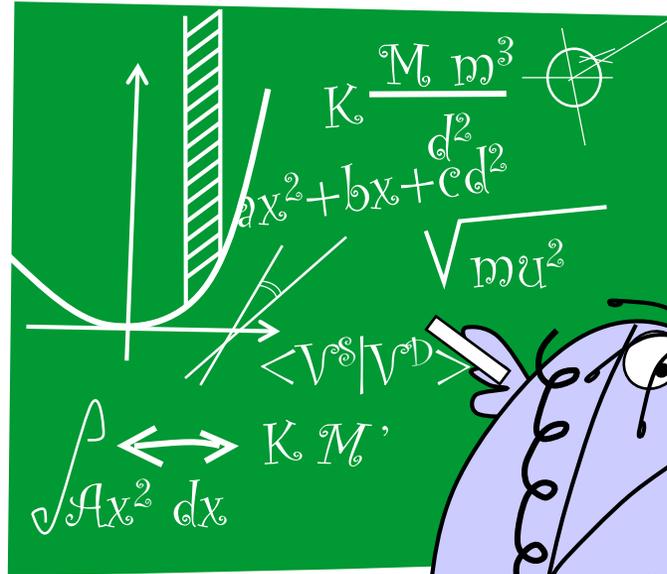
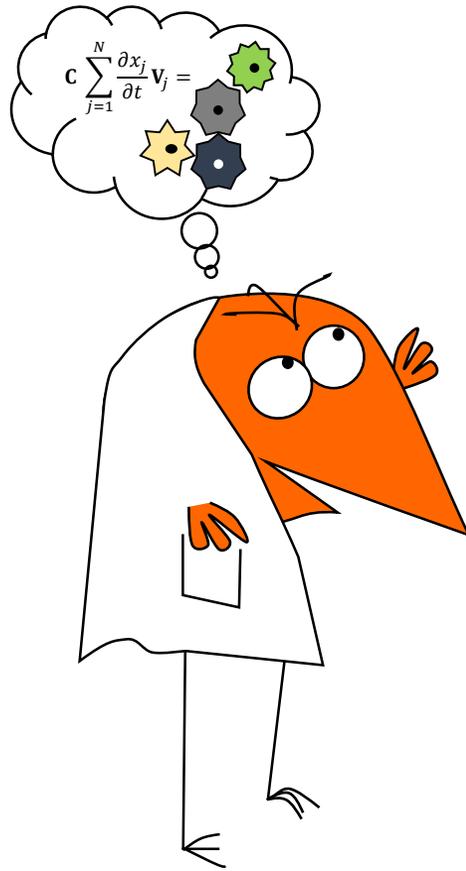
- Système complexe du point de vue :
 - géométrique
 - thermophysique

- Modélisation fine nécessaire pour prédire son comportement

- Contrainte industrielle : le temps

- Utilisation de modèles réduits

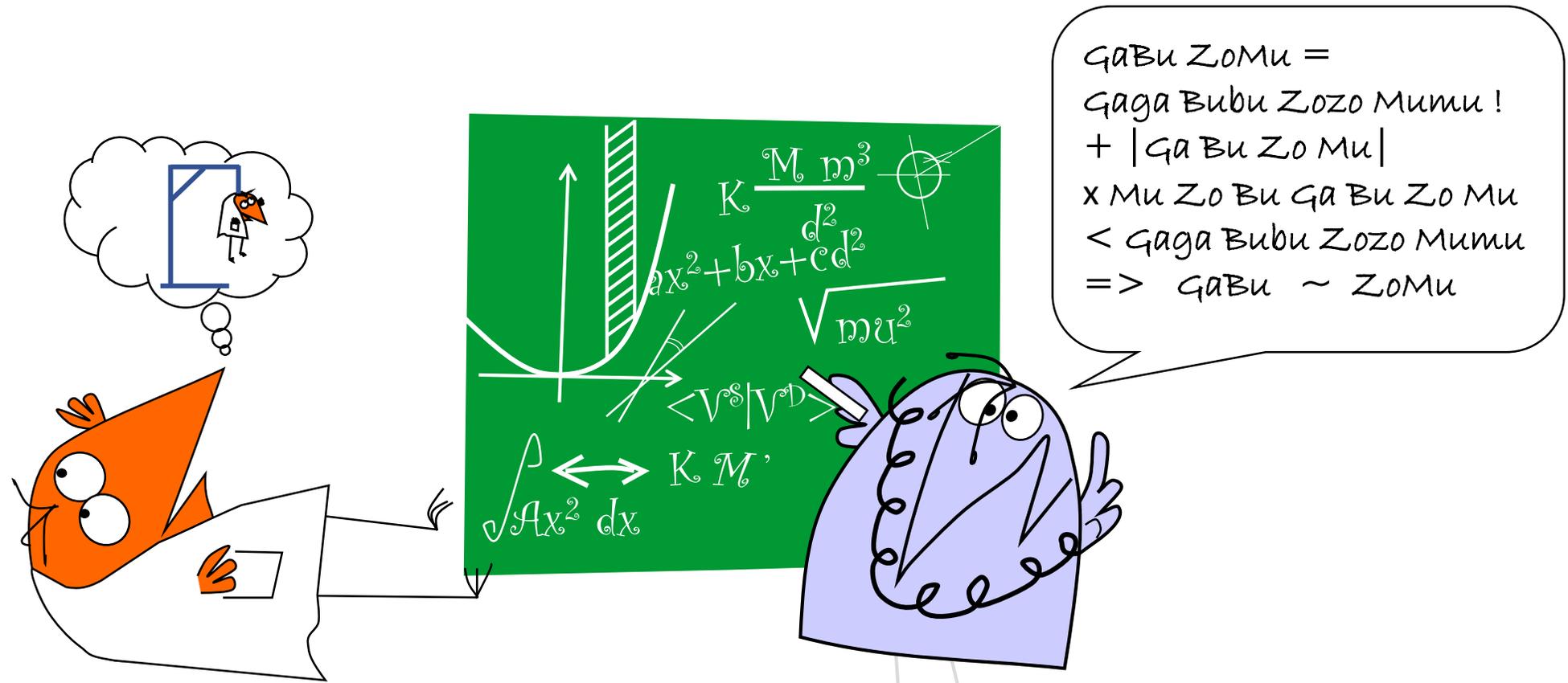
Sous-structuration modale sur des bases de Dirichlet-Steklov / Méthodes Mortier



GABU ZOMU =
 GAGA BUBU ZOZO MUMU !
 + |GABU ZO MU|
 X MU ZO BU GABU ZO MU
 < GAGA BUBU ZOZO MUMU
 => GABU ~ ZOMU

Modèles mathématiques complexes
 Validés par rapport à d'autres modèles mathématiques

Sous-structuration modale sur des bases de Dirichlet-Steklov / Méthodes Mortier

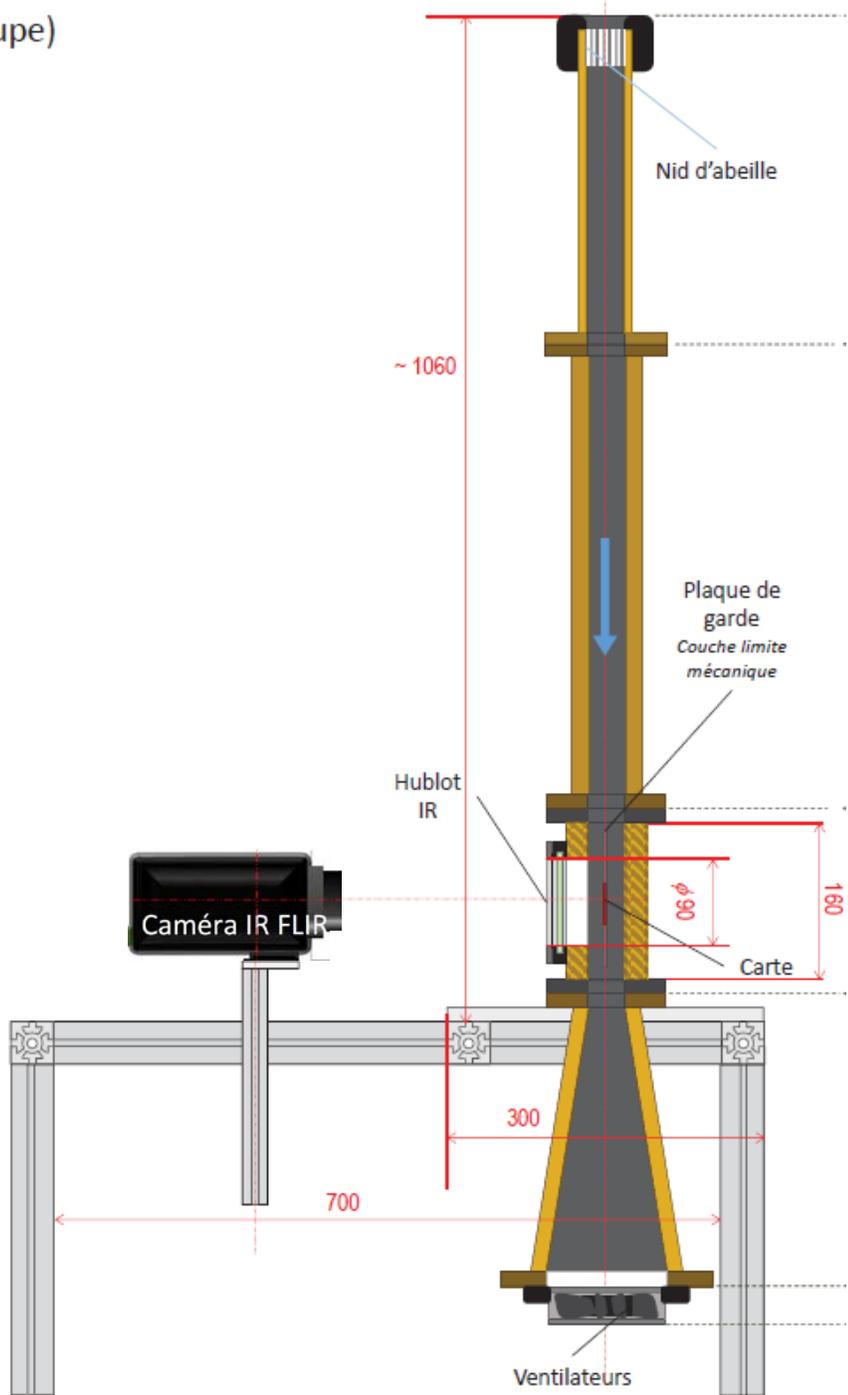


Modèles mathématiques complexes
Validés par rapport à d'autres modèles mathématiques

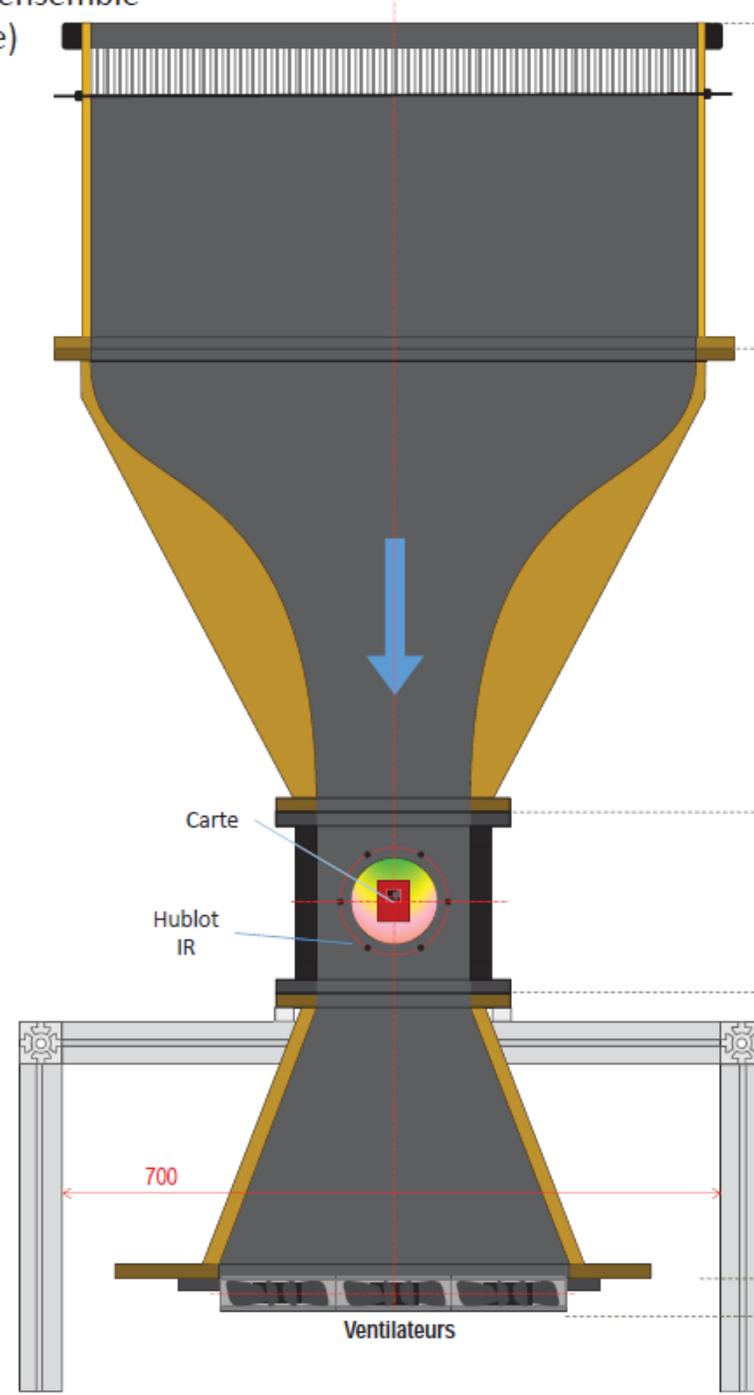
D'où l'idée d'un banc d'essai

- Validation expérimentale des modèles théoriques
- Différents types de fonctionnement
 - En particulier différentes conditions aux limites (différentes vitesses de soufflage)
 - Nos modèles doivent être bons aussi bien pour un avion sur un tarmac qu'en vol
 - => Soufflerie
- Champ de température
 - => Caméra Infra-rouge / lentille micro

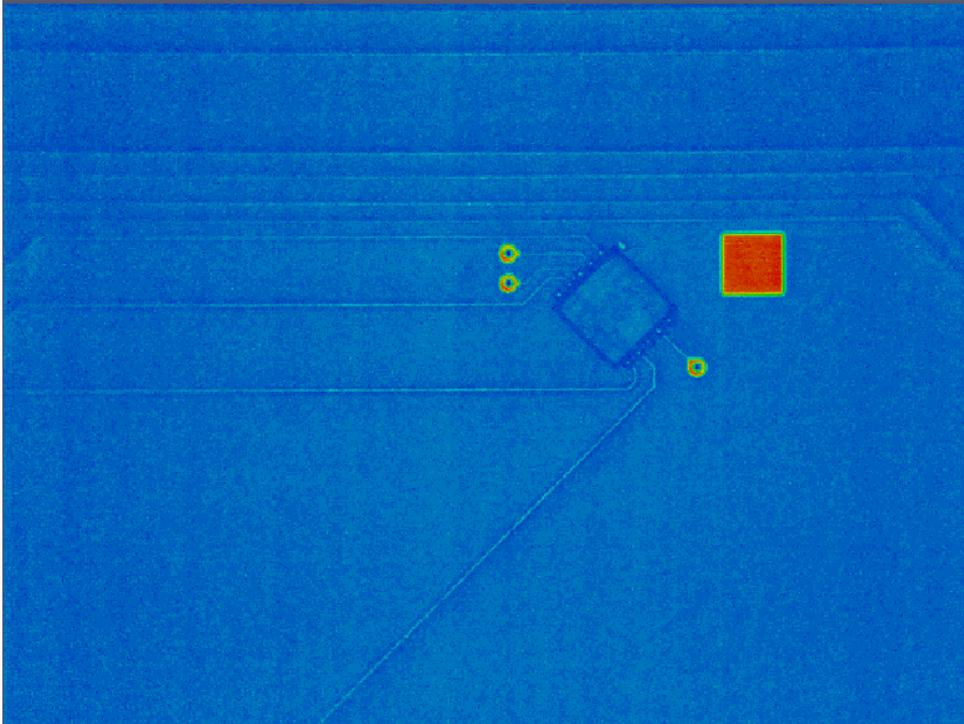
Vue d'ensemble
(coupe)



Vue d'ensemble
(coupe)



Les problématiques de mesures



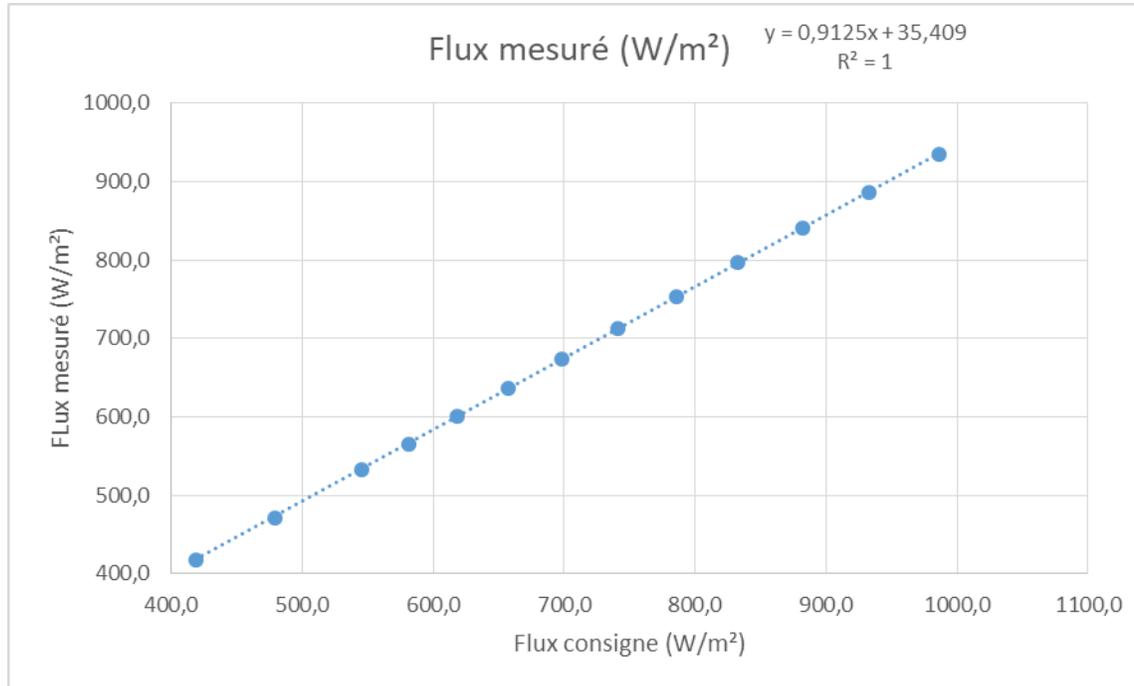
Prise de vue infra-rouge de la **carte à température uniforme**.

Les températures vues sont supérieures à la température ambiante : comportement aberrant

Un bilan de flux donne la formule de correction suivante :

$$T_{\text{réel}}^4 = \frac{1}{\tau_{\text{opt}}\varepsilon} [T_{\text{cam}}^4 - (1 - \tau_{\text{opt}}\varepsilon)T_r^4]$$

BILAN DE FLUX EN RAYONNEMENT : PPN GTE



POUR FAIRE UNE MESURE CORRECTE, IL EST NECESSAIRE DE DETERMINER LE TAUX DE TRANSMISSION DES DIFFERENTES OPTIQUES

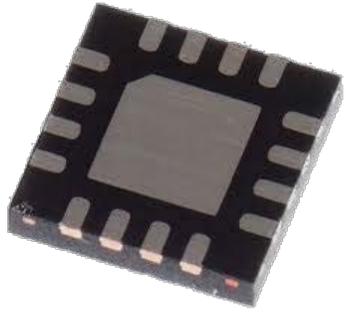
MESURE PAR UN CORPS NOIR

$$\tau_{opt} = 0,91 \pm 0,01$$

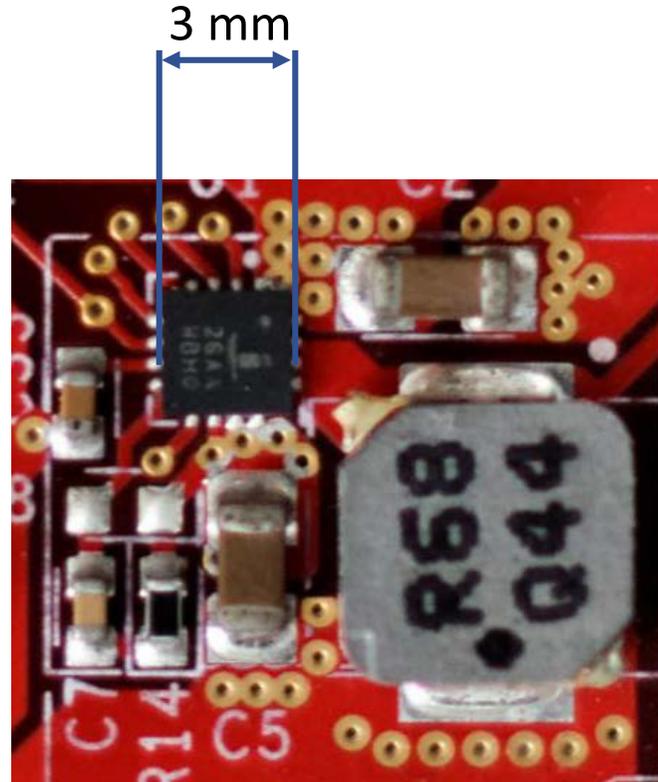
**MESURE A LA PORTEE DE NOS ETUDIANTS
CORRESPOND AU PPN GTE**

Exemples de résultats

Exemples de résultats

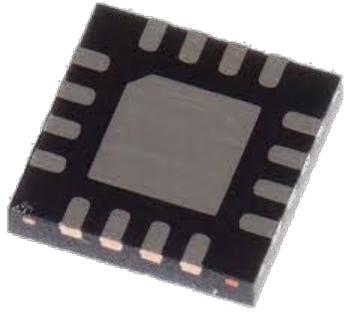


Convertisseur 8026



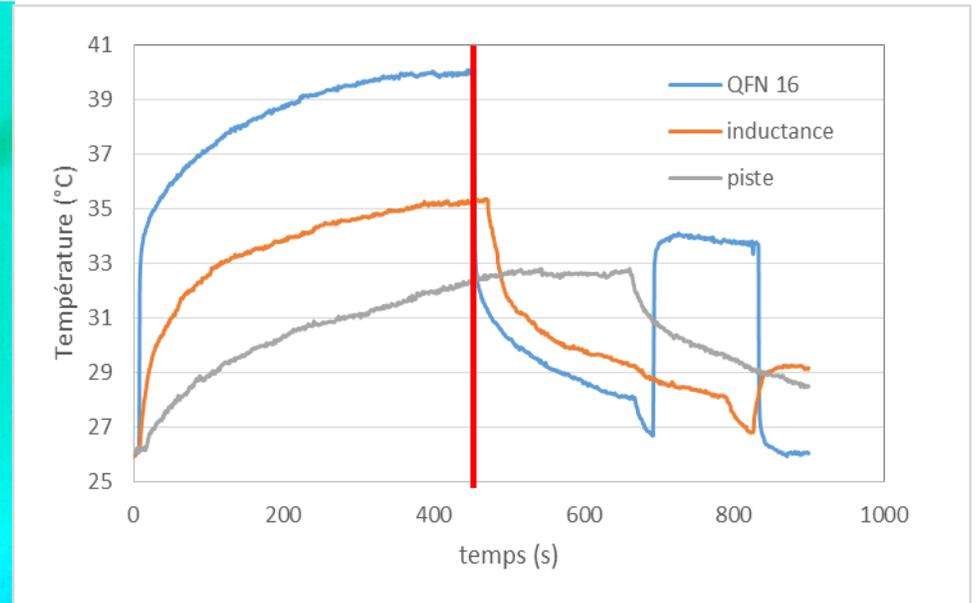
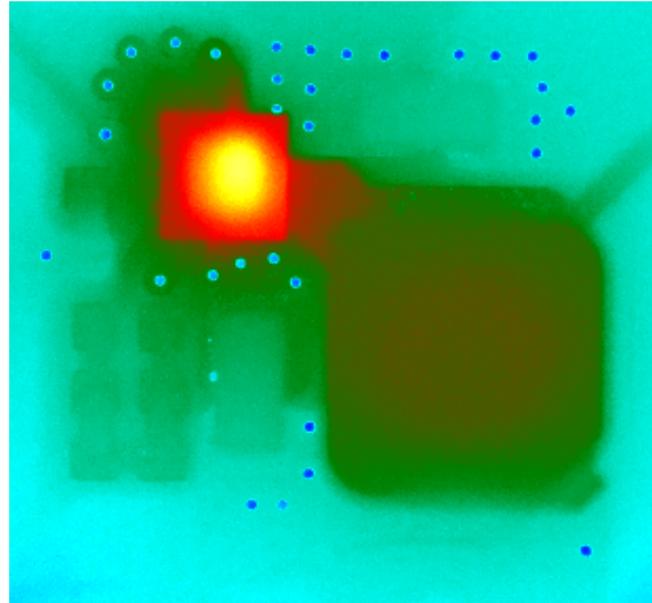
Inductance

Abaisseur de tension à découpage



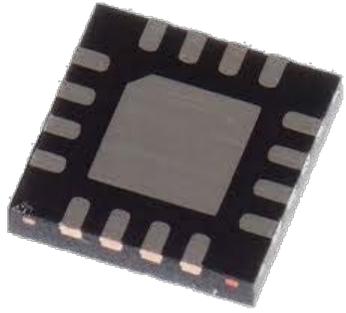
Convertisseur 8026

La lentille grossissante permet d'avoir une excellente résolution (50 μm pour un pixel)



Inductance

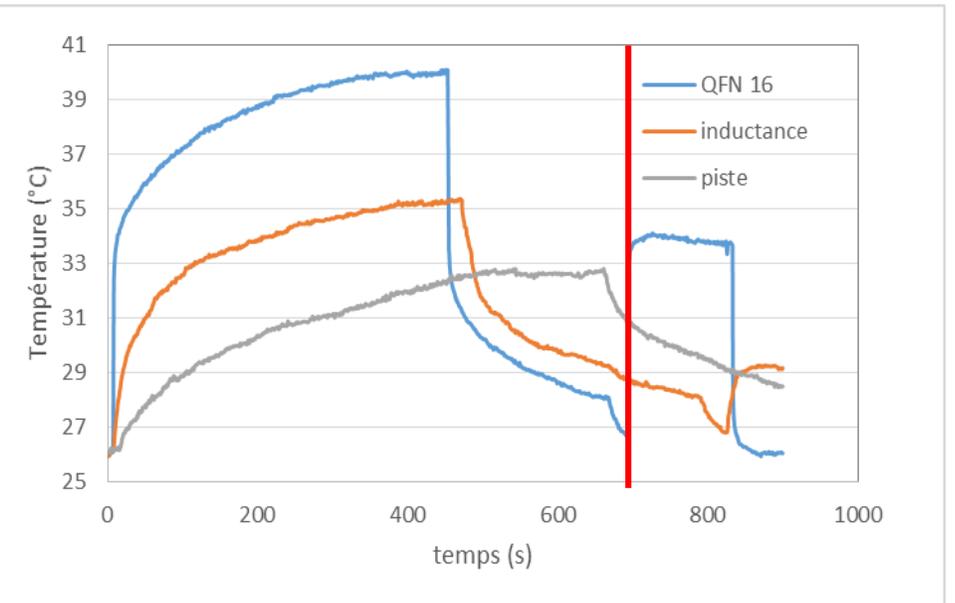
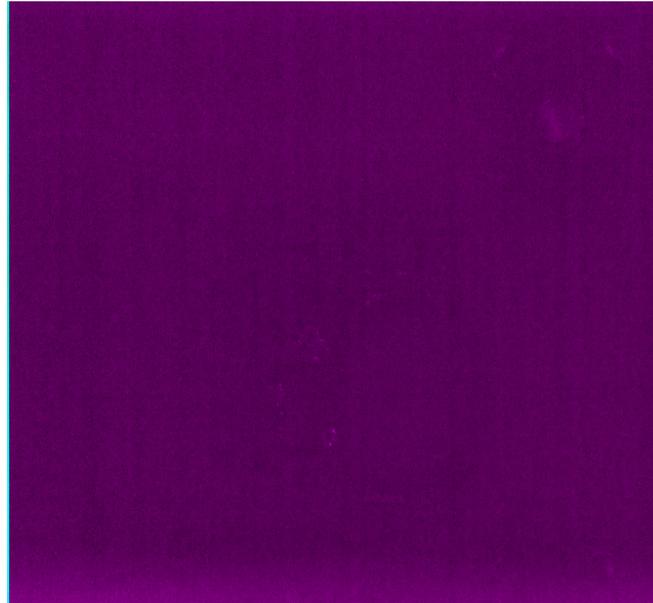
Abaisseur de tension à découpage

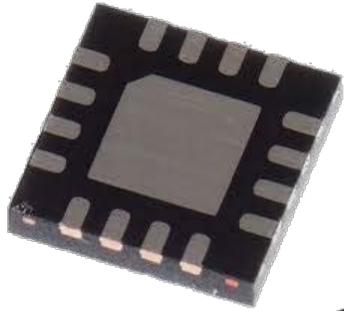


Convertisseur 8026

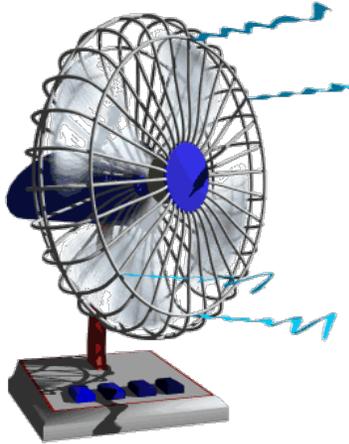


Inductance

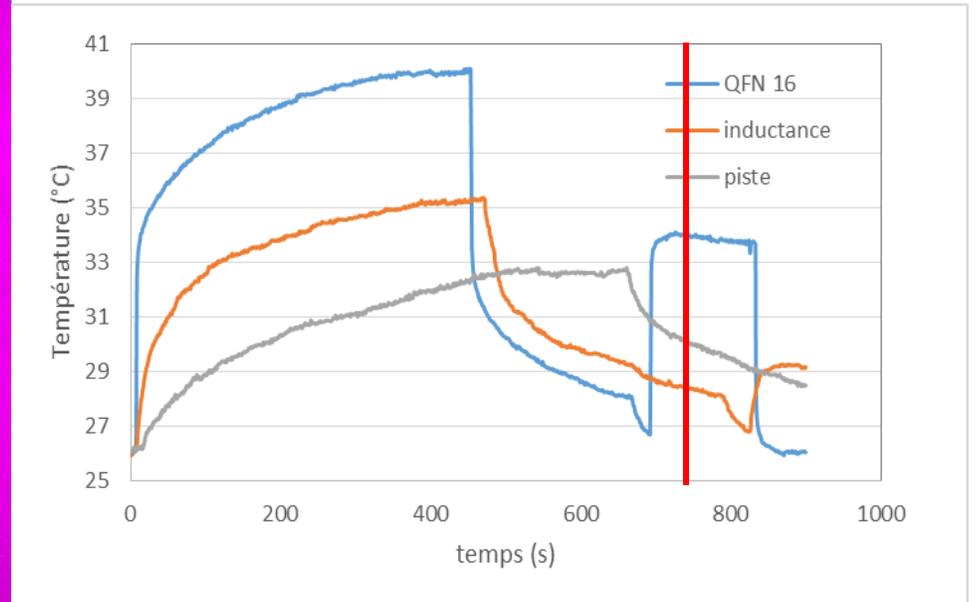
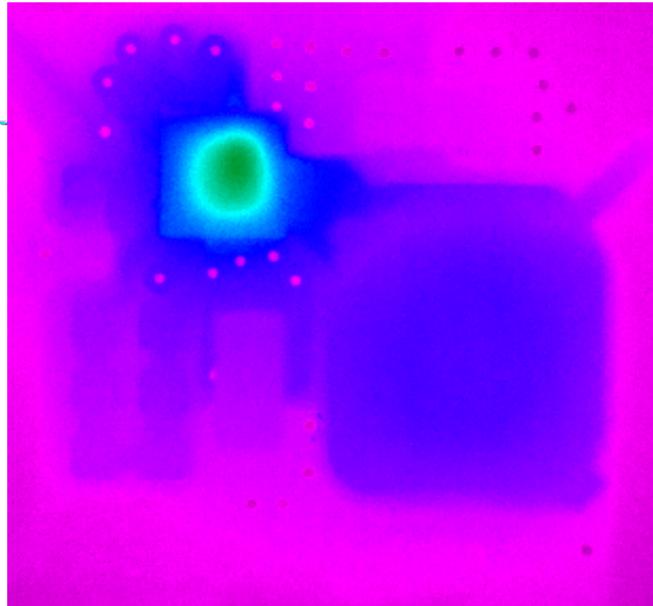




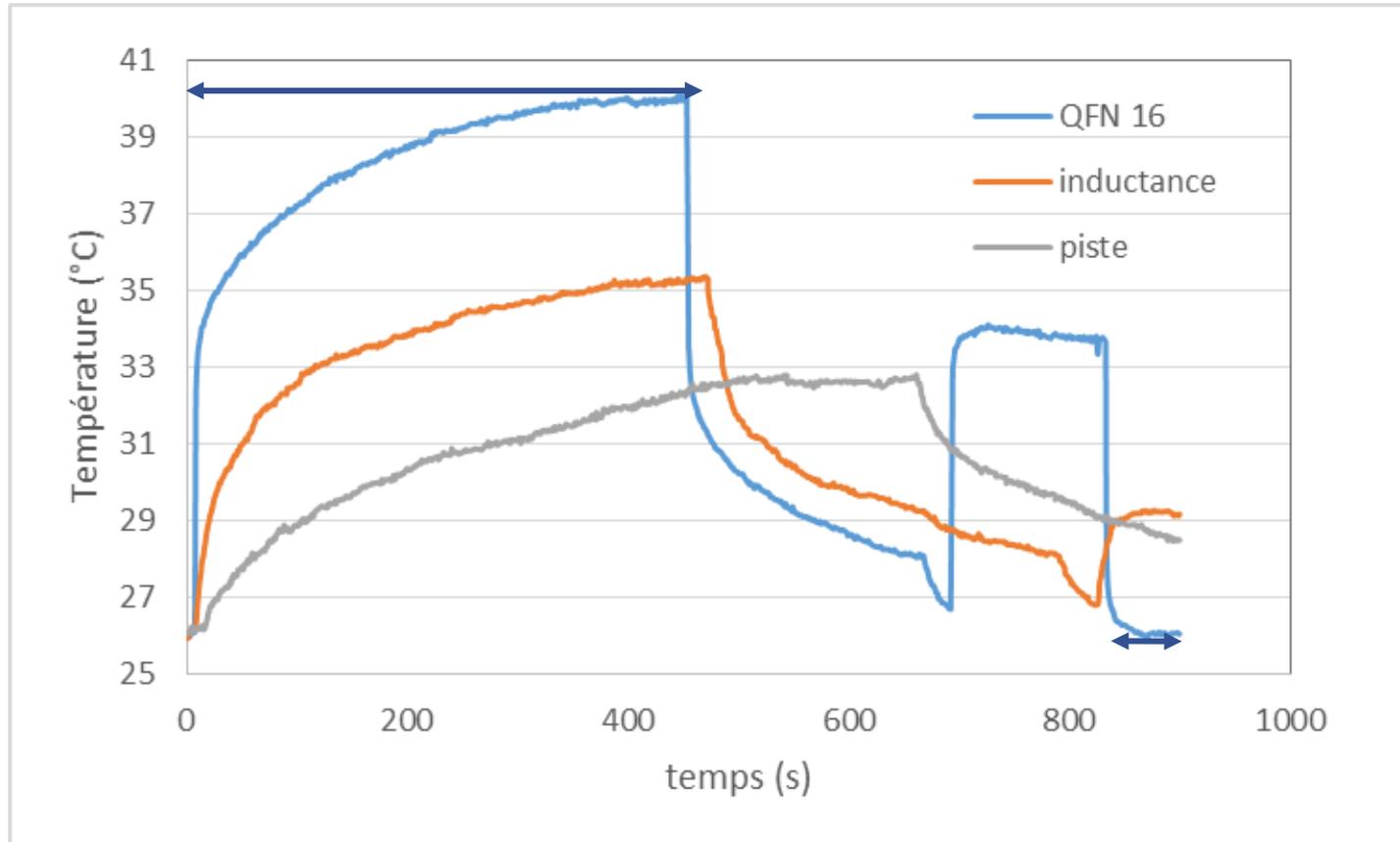
Convertisseur 8026



Inductance

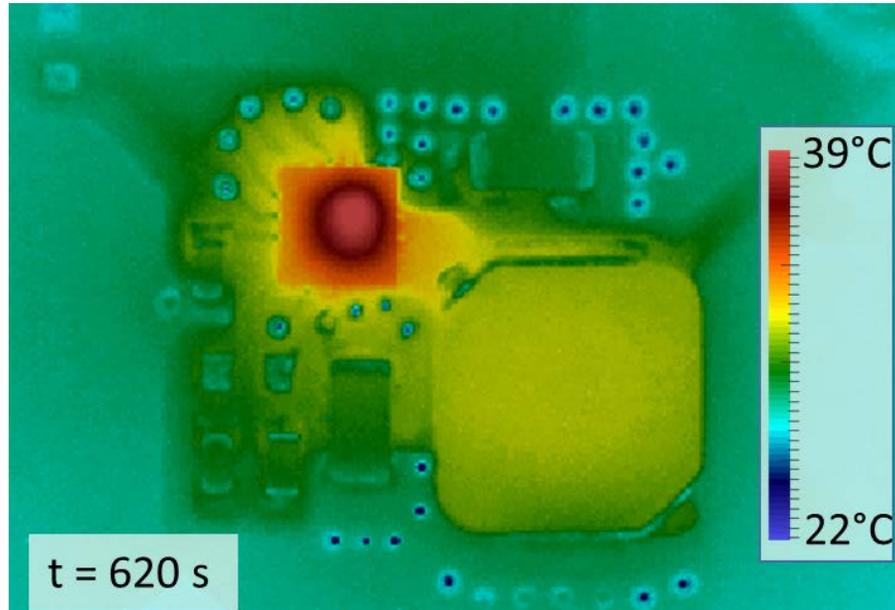


Abaisseur de tension à découpage

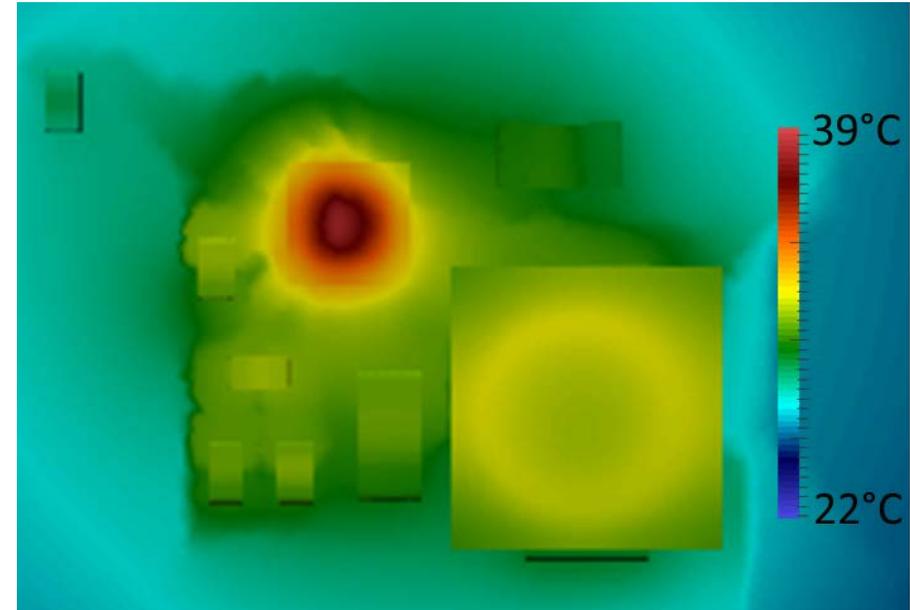


**Le temps d'établissement du régime permanent dépend des conditions aux limites
CORRESPOND AU PPN GTE**

Validation des modèles mathématiques

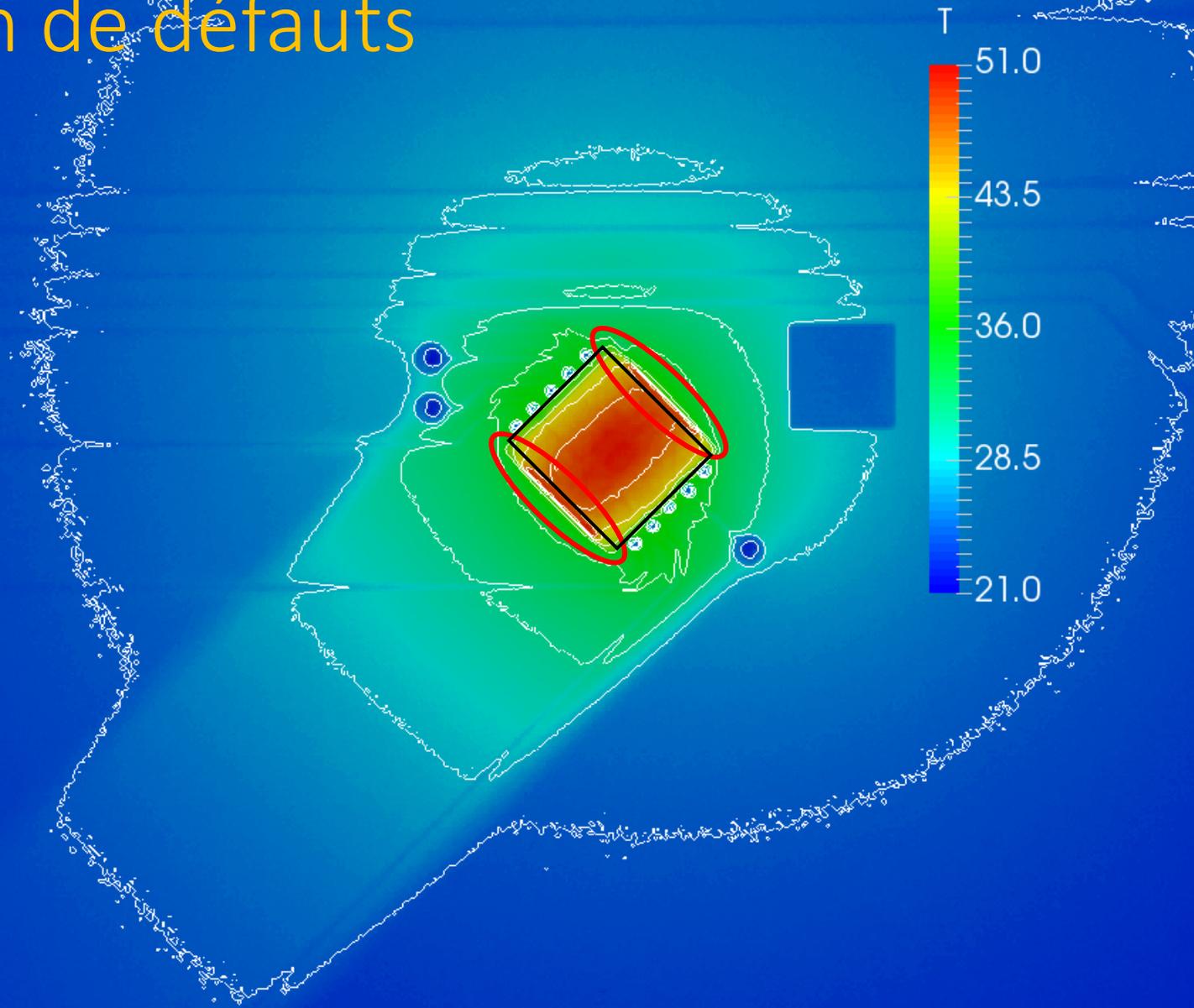


Expérience

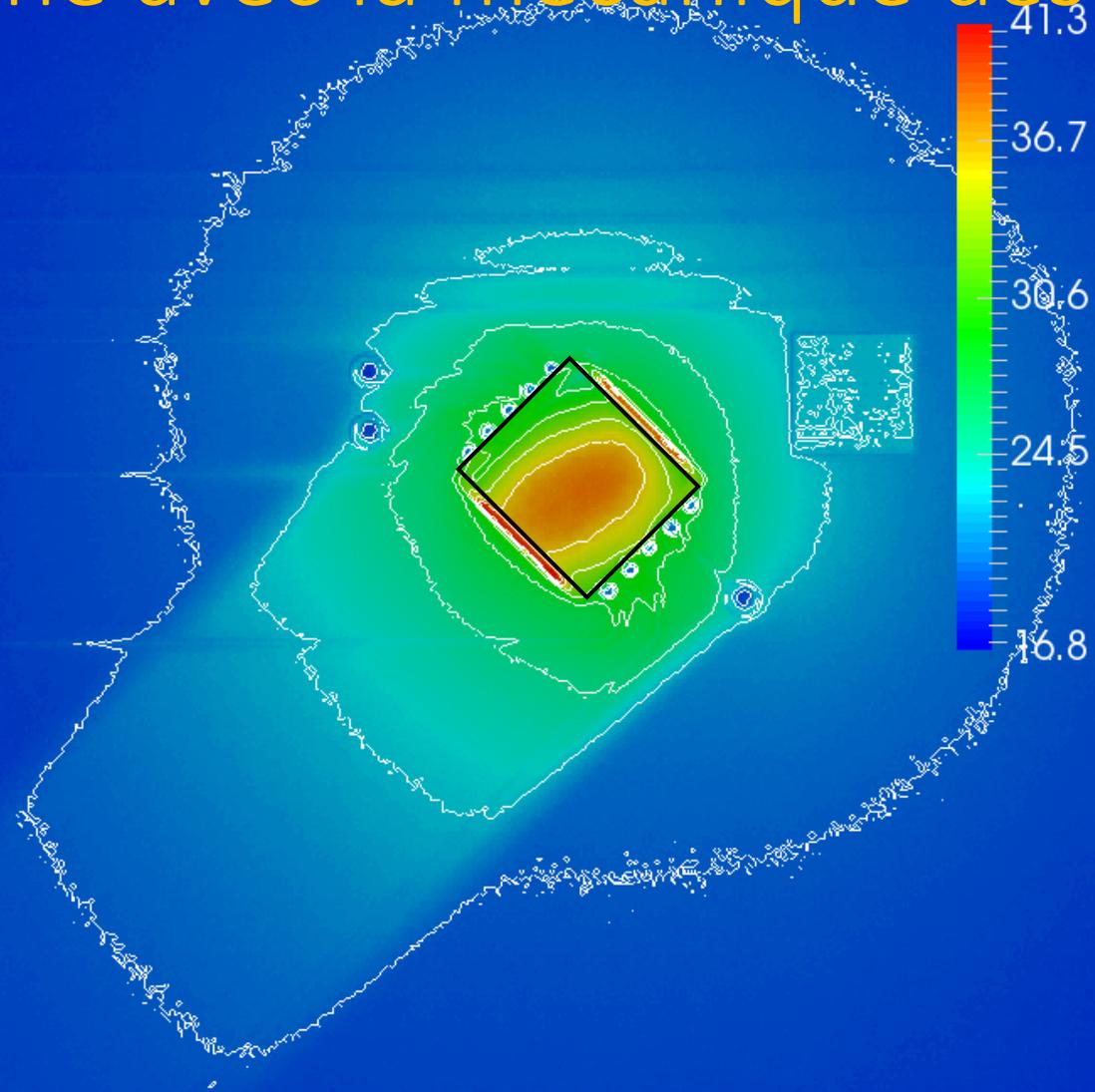


Simulation

Détection de défauts



Interaction fine avec la mécanique des fluides



Conclusion

- Manip opérationnelle
- La lentille grossissante permet d'avoir une excellente résolution (50 μm pour un pixel)
- Permet de valider nos modèles mathématiques
- La combinaison soufflerie / lentille micro est prometteuse.
 - Le champ superficiel vu ne peut être reconstitué à partir d'un simple coefficient de convection
 - Ouvre la voie à un couplage avec la CFD

Conclusion

- Manip conçue comme un complément pour nos activités de recherche
- L'exploitation pour avoir des mesures propres a fait ressortir des points du programme de DUT
- Manip très pédagogique : Servira comme banc de TP
- Ouverture vers un domaine d'application absent au département GTE de Brétigny
- Interaction entre nos activités de recherche et l'enseignement



Etude thermique d'une carte électronique

Marine BERTEAU, Maxime CHEREAU, Alain NEVEU*, Frédéric JOLY*

IUT d'Evry-Val d'Essonne, Département GTE, 91220 Brétigny-sur-Orge

*Laboratoire de Mécanique et d'Energétique d'Evry, Université Paris-Saclay