

Exposés BOOST



Exposé BOOST

N° 5 : le métamodule BOOST « **SIM_EN16147** »

Jean NOËL



Plan de la présentation

Le métamodule BOOST « SIM_EN16147 » ...

- 1. Position de la simulation / essai
- 2. Proposition de solutions de simulation
- 3. Le métamodule BOOST « SIM_EN16147 »
- 4. Conclusions et perspectives

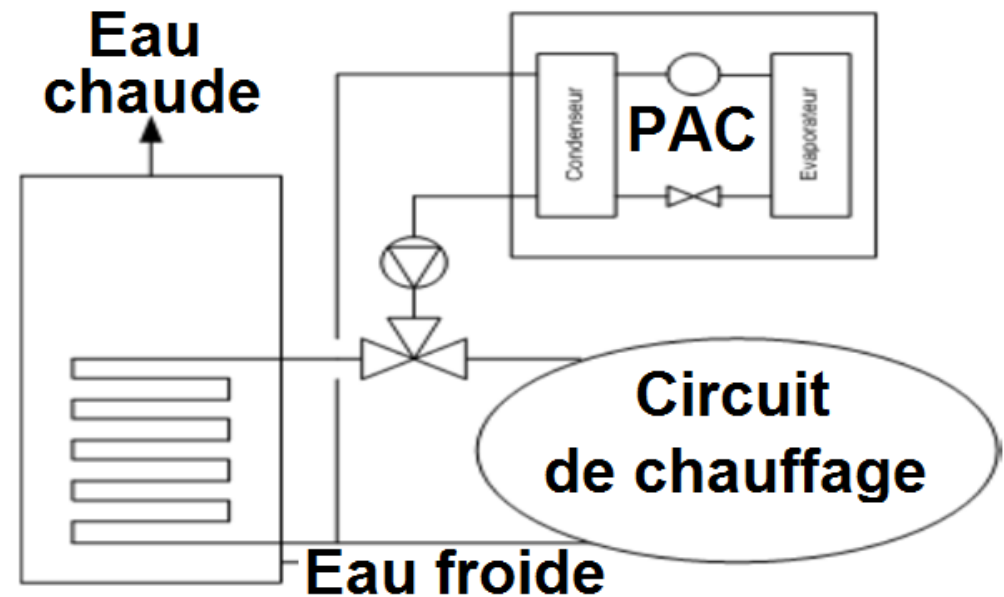
Partie 1

Position de la simulation / essai



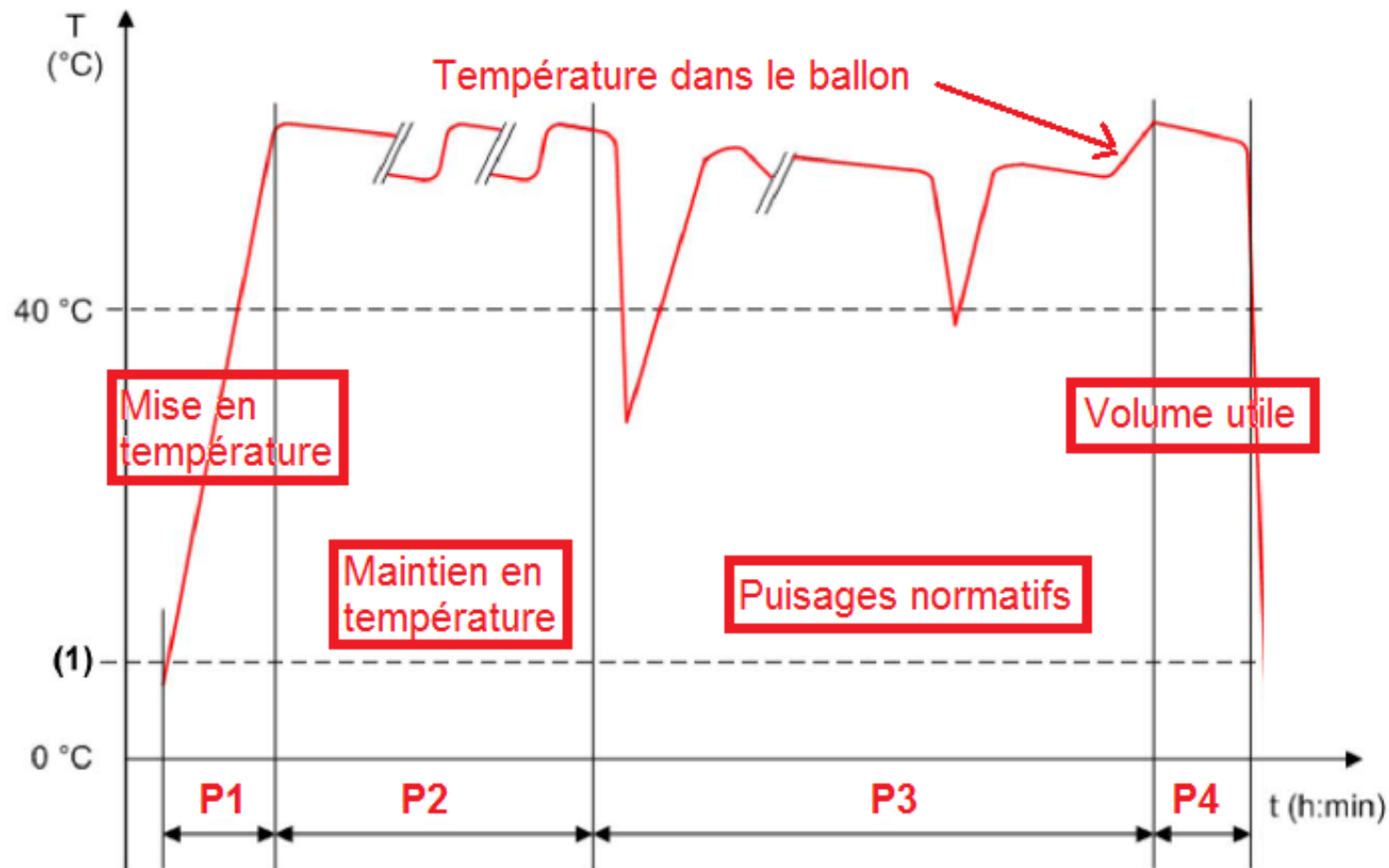
1.1- Simulation selon un essai / EN 16147

- Ce métamodule vise à **simuler un essai selon la norme EN 16147**, pour la caractérisation des performances ECS d'un assemblage PAC + ballon + puisages
- Exemple de fonctionnement en mode alterné du système (chauffage / ECS)
- Problème de la **certification de gammes** ?



1.2a- Les 4 phases d'un essai / norme EN 16147

- 4 phases successives : mise en température du ballon froid, maintien, puisages et vidage.



1.2b- Les 4 phases de la norme EN 16147

- Les 4 phases successives (P1 à P4) et permet de fournir les **5 valeurs certifiées** suivantes :
 - Phase **P1** : durée de mise en température, t_h
 - Phase **P2** : puissance de réserve, P_{es}
 - Phase **P3** : cycle de puisage, COP_{DHW}
 - Phase **P4** :
 - ☞ température d'eau chaude de référence, θ'_{WH}
 - ☞ volume maximal d'eau chaude utilisable, V_{max}

1.3- Problématique : simulation / certification

- Problématique : quel est l'**intérêt de la simulation** par rapport à un essai réel ?
- **Points forts** : coût faible /essai (==9000 euros HT), délai nul (1 min de calcul), accès à beaucoup de paramètres => **obtention immédiate des tendances et des valeurs** avec une précision acceptable.
- **Points faibles** : précision de la simulation encore trop faible pour remplacer/ un essai de certification
- Problématique plus générale : peut-on faire **confiance** à la simulation pour de la certification ?

Partie 2

Proposition de solutions de modélisation / simulation



2.1- Historique des solutions proposées / EN 16147

- Début du travail avec le GT NF PAC en **septembre 2010** :
« utiliser BOOST pour simuler un essai EN 16147 ? »
- Très vite, il apparaît que :
 - les **module BOOST 2010** ballon et PAC sont **insuffisants**
 - le **problème est complexe** et n'est pas encore posé : quels sont les phénomènes à modéliser ? Quelles sont les données disponibles ? Etc.
 - un **modèle préalable plus simple est nécessaire** (acceptable rapidement par tous) et ouvert (maintenance faible, pas de problèmes informatiques à gérer)
- D'où le développement du **modèle PACDS** avant un **module BOOST « SIM_EN16147 »**

2.2- Premier modèle proposé : le modèle PACDS

- Le modèle algorithmique « PACDS » pour la certification de gamme : **ce modèle non informatique** requiert moins de données et donne de bons résultats (cf. NTV 2013/055).
- L'expérience montre que finalement **le problème ne dépend que d'assez peu de données d'entrée** : données géométriques et données issues de certification.
- **Exemple de formule** pour le calcul du délai de mise en température t_h (temps de chauffe initial) :

$$t_h \text{ (heure)} = \frac{[(1 - \alpha) \cdot [4.2 \cdot V(\text{litres}) + 4.25 \cdot M_{\text{Cuve}} \text{ (kg)}] + \beta \cdot 0.001 \cdot C_{\text{Ech}} \cdot M_{\text{Ech}} \text{ (kg)}] \cdot \Delta T}{3600 \cdot (P(\text{kW}) - 0.5 \cdot 0,001 \cdot \bar{P}_P \text{ (W)})}$$

2.3- Modèle basé sur peu de données

- Ce modèle fonctionne bien avec peu de données, connues et certifiées : liste ci-contre des données d'entrée
- NB : 4 valeurs issues des matrices PAC Chauffage (EN 14511) en rouge
- NB : le débit PAC-Ballon n'est pas utilisé

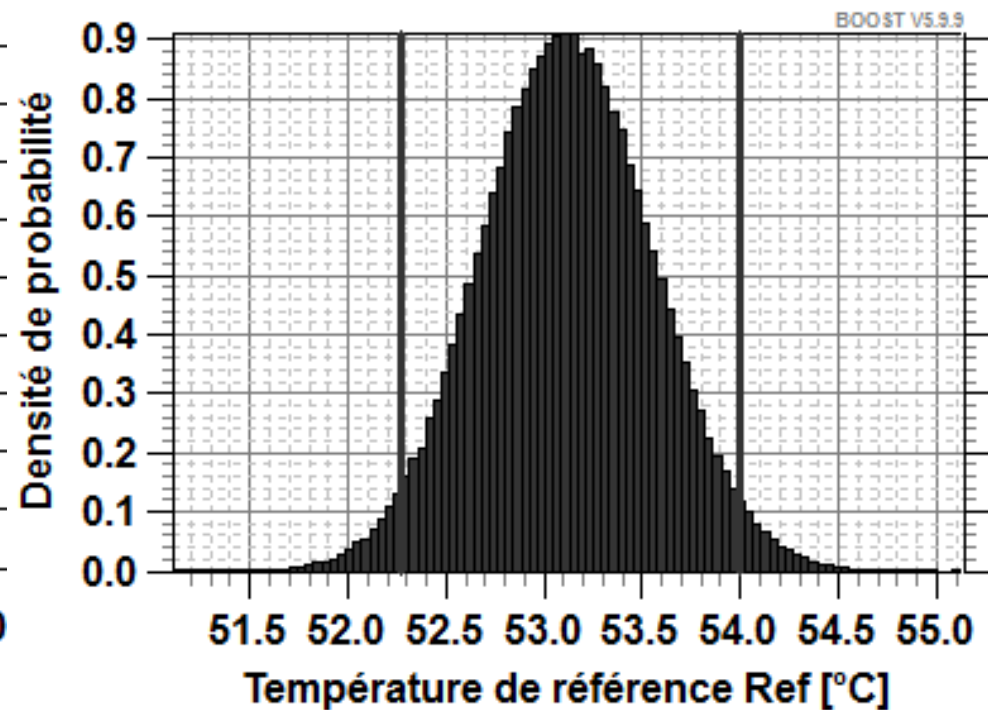
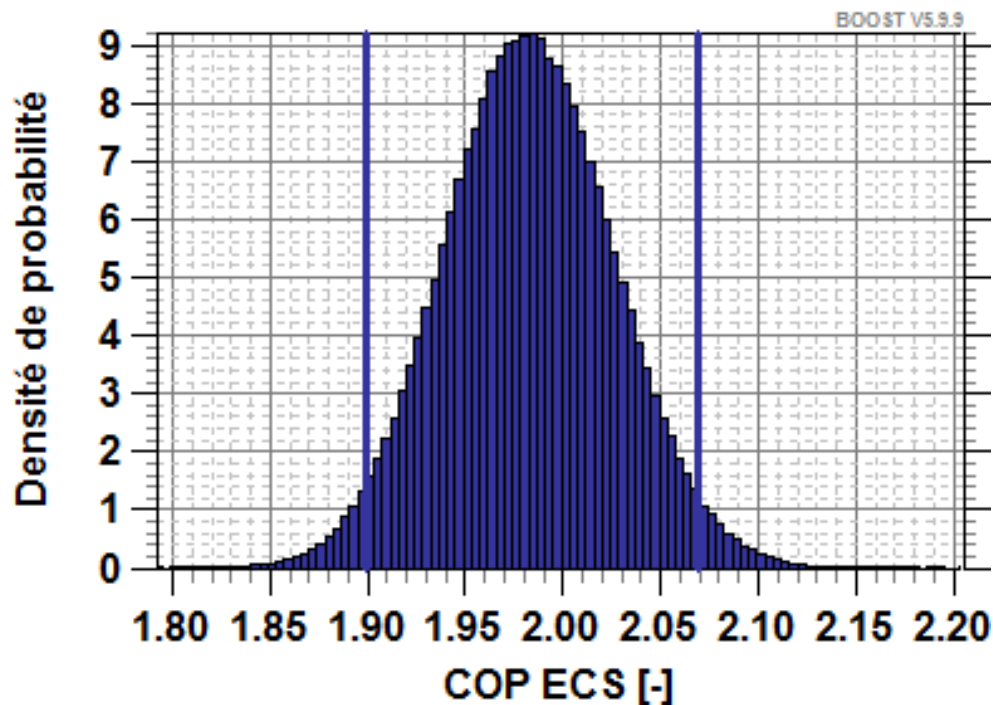
Volume du ballon (litres)
 Diamètre intérieur du ballon (m)
 Masse totale du ballon à vide (kg)
 Masse de l'échangeur (kg)
 Coefficient de perte statique thermique
 Fraction Alpha (position point bas échangeur)
 Fraction Beta (ratio échangeur)
 Fraction Gamma (position sonde redémarrage)
 Sonde en haut ? OUI => 1, NON => 0
 Redémarrage PAC en phase P4 ? OUI => 1
 Température de consigne déclarée (°C)
 Hystérésis (°C)
 Puissance de veille (W)
 Energie du cycle de puisage
 Energie du cycle de puisage E_{Tap} (kWh)
 Puissance moyenne en phase P1 (kW)
 COP moyen en phase P2 (-)
 COP moyen en phase P3 (-) selon puisage
 Puissance moyenne en phase P4 (kW)

2.4a- Le modèle PACDS dans BOOST (1/2)

- Le modèle PACDS n'a pas de lien direct avec BOOST
- Mais les algorithmes du modèle PACDS ont été implémentés dans la ToolBox de BOOST (cf. NT 2015/048).
- Possibilité d'utiliser ce modèle, soit :
 - avec une interface **BOOST**
 - avec une interface **EXCEL**
- Objectif : pouvoir fournir un **outil simple et sans risque** aux certificateurs ou aux BE.

2.4b- Le modèle PACDS dans BOOST (2/2)

- Utilisation de Monte Carlo pour l'évaluation d'une incertitude sur les sorties (cf. NT 2015/048 §6).
- Exemple avec écarts raisonnable sur entrées



2.5- Leçon de ce travail PACDS

- La précision de la modélisation se rapproche de celle d'un essai : **espoir de convergence à terme** ...
- Acceptation du modèle / GT NF PAC 414 en janvier 2014 et dernière réunion de travail en septembre 2015 :
 - **5 ans de R&D** pour la mise au point et l'acceptation !
 - **Nécessité d'anticiper** si proposition de modèle pour la certification !
- Il a montré que l'on pouvait **traiter les CET de façon identique** (NT 2014/013).
- La mise au point du modèle PACDS a jeté les bases du métamodule SIM_N16147 : les modèles BAL (ballon) et GUN (PAC) ont été améliorés petit à petit, suite à une meilleure compréhension des phénomènes physiques

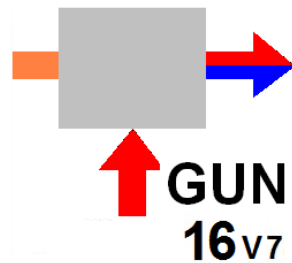
Partie 3

Le métamodule BOOST « SIM_EN16147 »



3.1a- Présentation du métamodule SIM_EN16147 (1/2)

- Ce métamodule a demandé la stabilisation du modèle de ballon BAL (2014/15) et la reprise du module GUN (2015/16)
- Il met en œuvre :



Pompe à chaleur

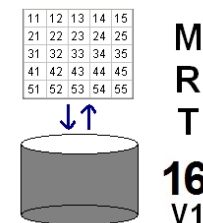


Puisages normatifs

Ballon ECS

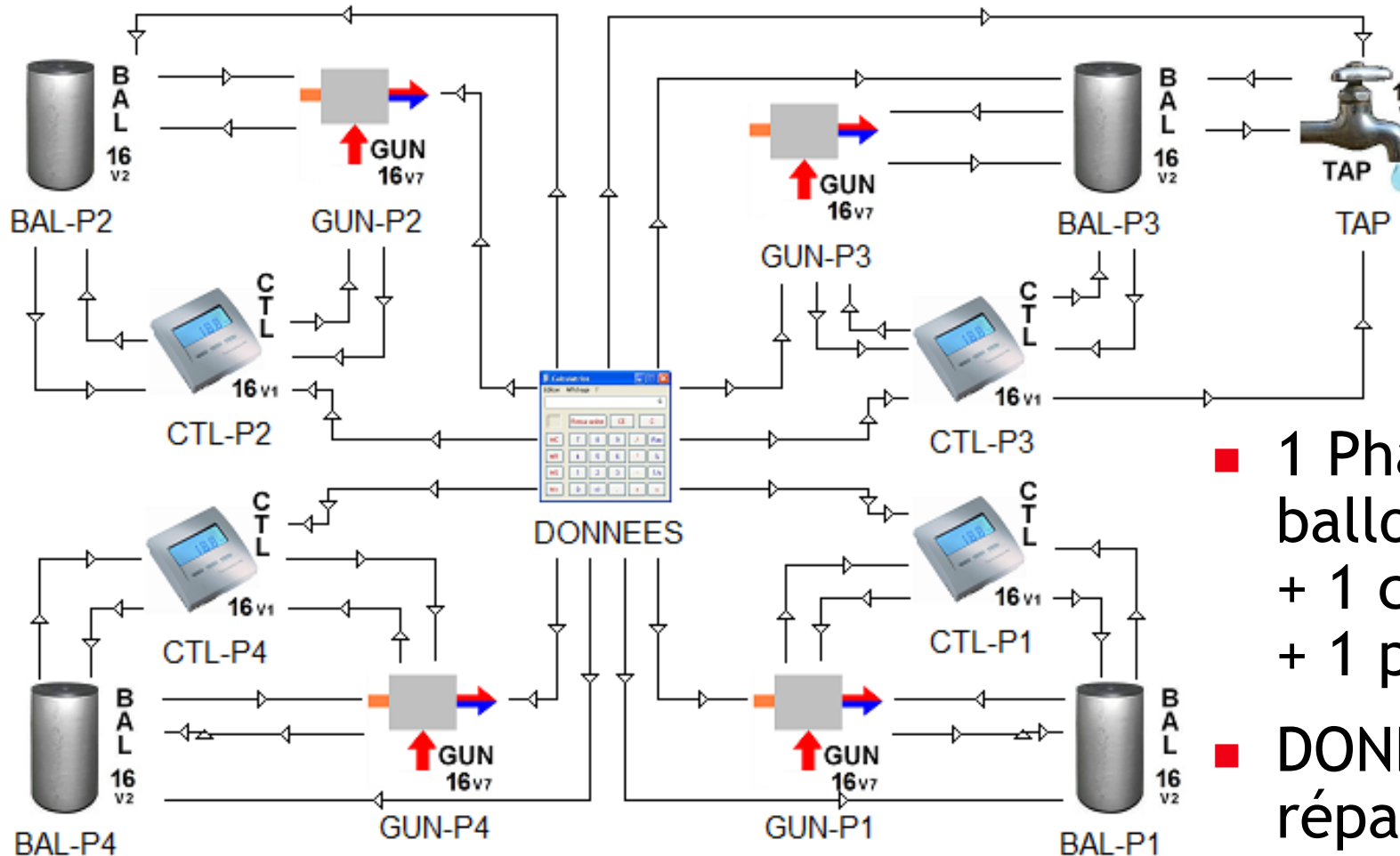


et le module **MRT** à part pour la saisie des matrices de performances



3.1b- Présentation du métamodule SIM_EN16147 (2/2)

- Traitement en **parallèle** des 4 phases



- 1 Phase = 1 ballon + 1 PAC + 1 contrôle (+ 1 puisage)
- DONNEES = répartition des données

3.2a- Validation du métamodule SIM_EN16147 (1/2)

- Validation sur plus de 20 essais de certifications effectués au CETIAT (NT 2015/037)
- Idem sur 17 CET (NT 2014/013)
- Difficulté de comparaison : beaucoup de données sont manquantes, et sont complétées par défaut (position de sonde, dimensions de l'échangeur, etc.)
- De façon générale, la précision est inférieure à 10/15 %
- Questions :
 - Quelle est l'influence de ces données manquantes ?
 - Quelle est la précision des essais ?

3.2b- Validations / 20 essais de certification (2/2)

- Evaluation des écarts BOOST par comparaisons simulations / expérimentations sur **20 essais de certification** réalisés au CETIAT
- Evaluation essais par comparaison essai / contrôle
- Tableau = précision BOOST / précision essais

		t_h (%)	P_{es} (%)	COP_{dhw} (%)	T_{ref} (°C)	V_{max} (%)
Moyenne	BOOST / Essais CETIAT	0.4	-4.2	1.2	-0.20	0.3
	Contrôle	5.42	14.4	-3.41	0.133	5.60
Ecart-type	BOOST / Essais CETIAT	12.8	14.4	12.7	0.47	9.0
	Contrôle	4.2	12.7	7.5	0.48	2.5

- Différences **2x** sur t_h , COP_{dhw} , **3x** sur V_{max}
- Différences pas trop significative ...

3.3- Pistes de recherche pour améliorations

- **Évaluation de la constante de refroidissement à partir de la description de l'enveloppe**, et non à partir d'essais normatifs => puissance de maintien en température.
- **Meilleure compréhension des phénomènes de convection et de recirculation** => pour une amélioration de la prise en compte des déclenchements de réchauffage à partir de la température vue par la sonde.
- **Atténuation de l'effet de diffusion artificielle provoquée par la discrétisation du ballon** (strates thermiques), de façon à mieux traiter le déplacement de l'isocline de température => pour une meilleure prédiction du volume V_{\max} .

Partie 4

Conclusions et perspectives



4.1- Conclusions

- L'utilisation du métamodule SIM_EN16147 donne **satisfaction en termes de résultats**.
- Il reste à voir à court terme si son **ergonomie** est bien adapté aux besoins des ressortissants.
- Il y aura sans doutes des **améliorations à apporter** dans un avenir proche, mais la base actuelle paraît solide.

4.2- Perspectives

- Il reste des axes de recherches importants, et ce métamodèle doit être amélioré, à travers l'**amélioration des modèles unitaires**
- Etudes dans ce sens proposées pour 2017 :
 - Analyse poussée d'un ballon électrique instrumenté
 - Analyse de la constante de refroidissement

Exposés BOOST

Merci pour votre attention et votre intérêt ...

