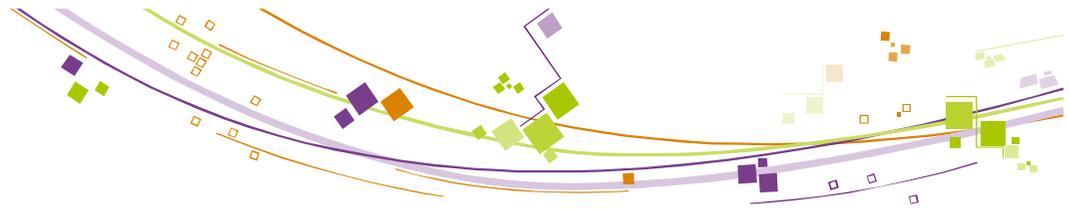


IFP-OptiLab : un outil de calibration et d'analyse au service de la simulation 0D/1D des moteurs automobiles

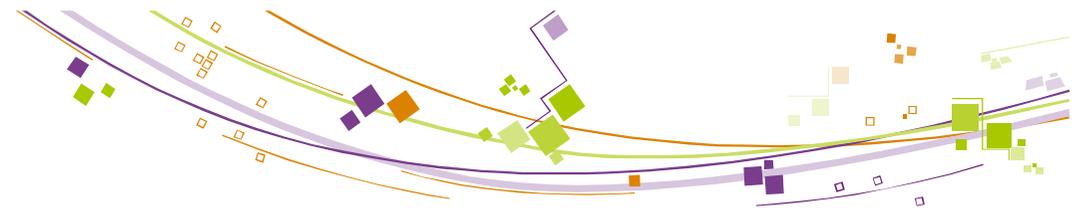


Marjorie Miche, IFP



Plan de la présentation

- Contexte : la simulation 0D/1D en automobile
- Problématique de la calibration des modèles
- Présentation de l'outil numérique IFP-OptiLab
- Exemples d'applications et résultats :
 - calibration d'un modèle combustion
 - calibration d'un organe de post-traitement
 - analyse de combustion
- Réflexion sur la mise en oeuvre et la méthodologie
- Conclusion



Contexte : la simulation système en automobile

Evolutions actuelles

- ↘ consommation et émissions de polluants
- ↗ puissance et confort de conduite



↗ complexité technologique :

- nouveaux modes de combustion
- nouveaux systèmes de dépollution
- nouveaux algorithmes de contrôle

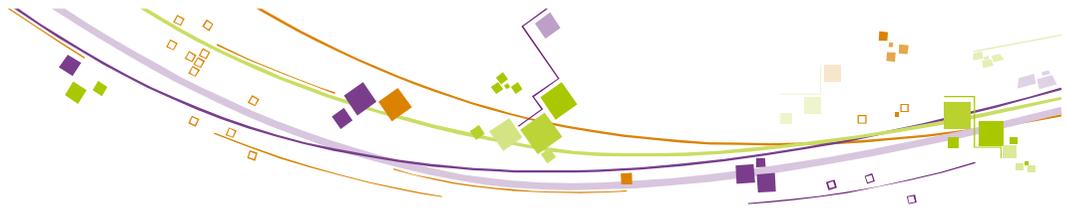
- Nécessité de traiter le Groupe Moto Propulseur (GMP) dans sa globalité avec des temps de développements réduits
- Importance croissante de la simulation 0D/1D

Etude de simulation

- caractérisation du système physique
- réalisation d'essais
- construction du simulateur 0D/1D
- identification des paramètres physiques
- recalage des autres paramètres
- utilisation du simulateur calibré

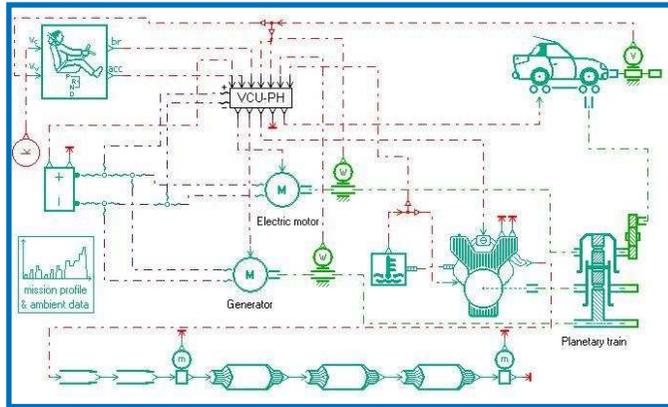
Actions IFP

- ↗ complexité des modèles : développement de bibliothèques dédiées dans la plate-forme LMS Imagine.Lab AMESim
- ↘ temps de calibration : développement d'outils d'aide à la simulation : **IFP-OptiLab**

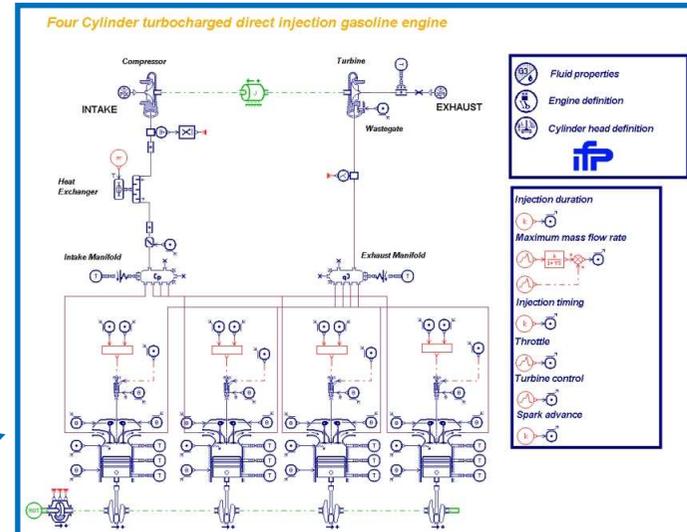


Développement de bibliothèques 0D/1D

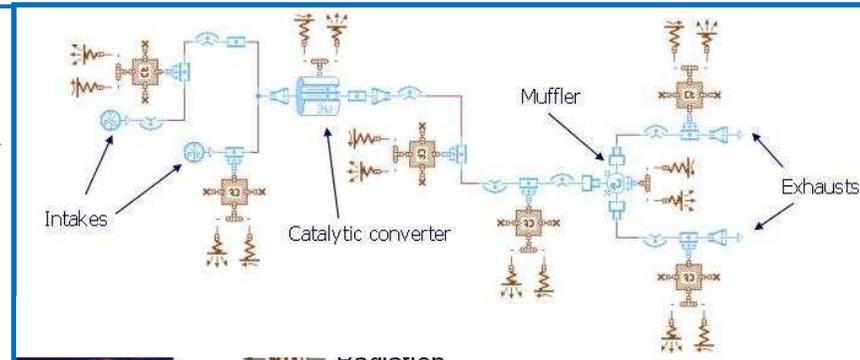
IFP-DRIVE : simulation véhicule



IFP-ENGINE : simulation moteur



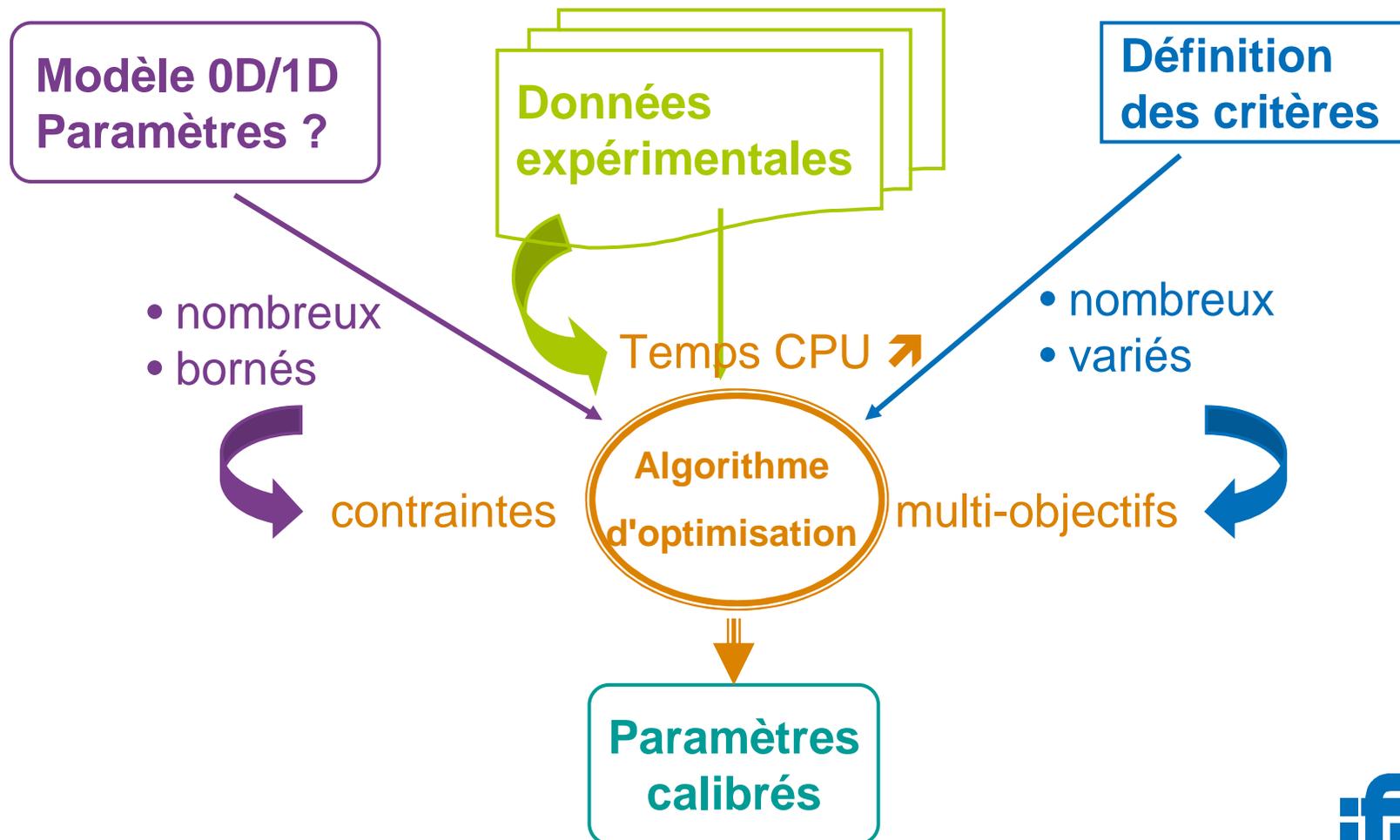
IFP-EXHAUST : simulation ligne d'échappement

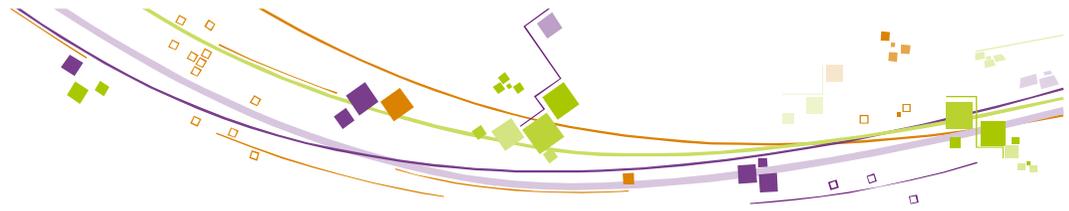


innovation
énergie
environnement

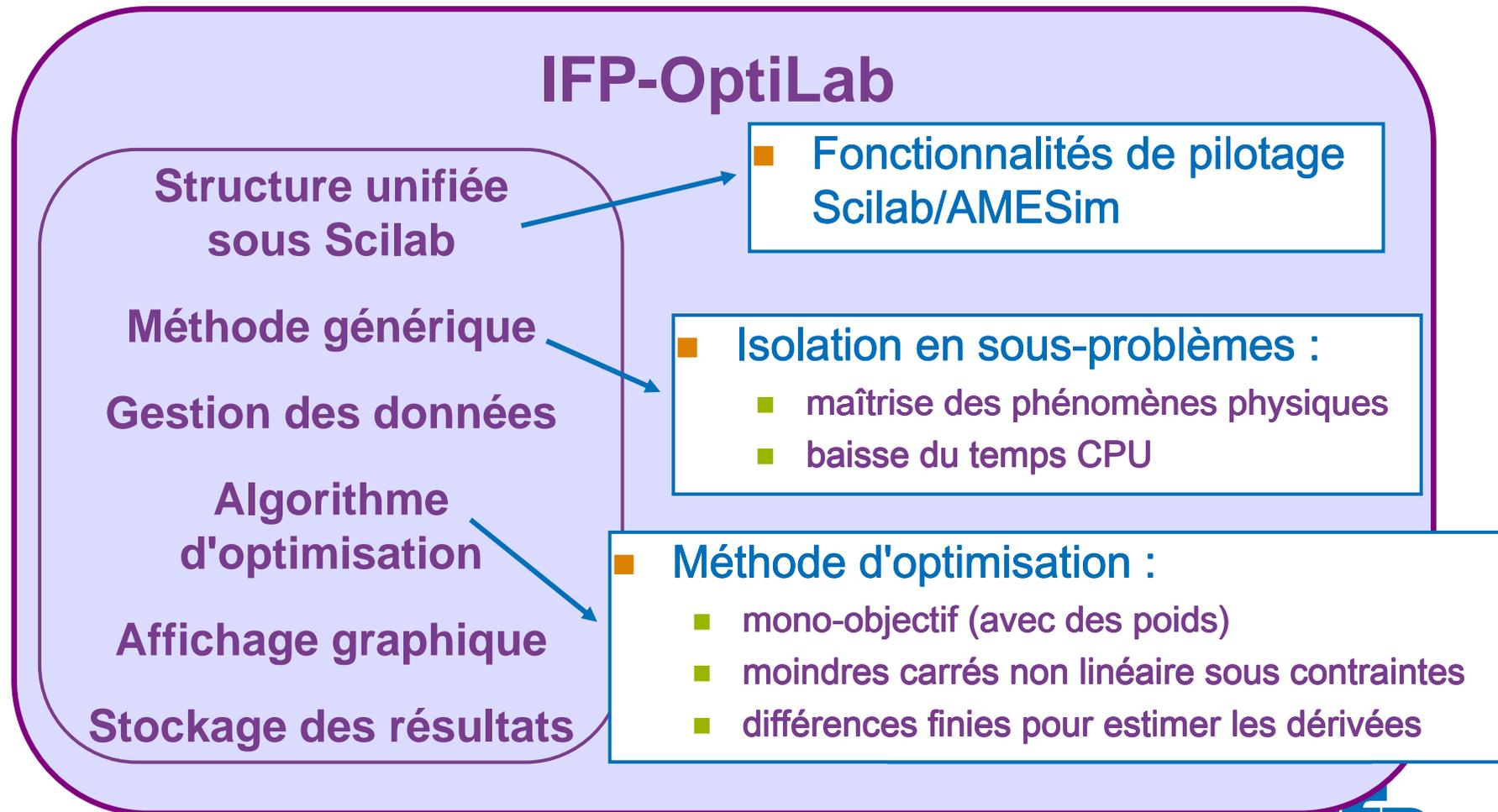


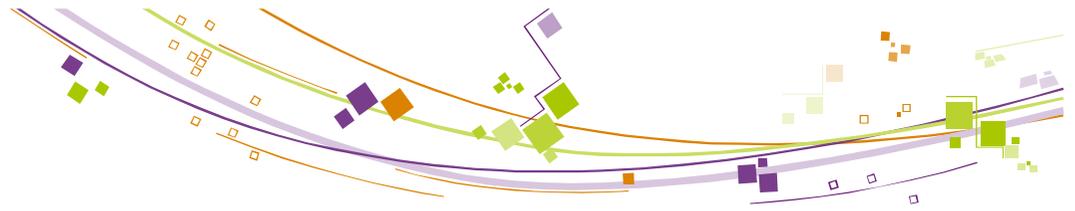
Recalage automatique des paramètres



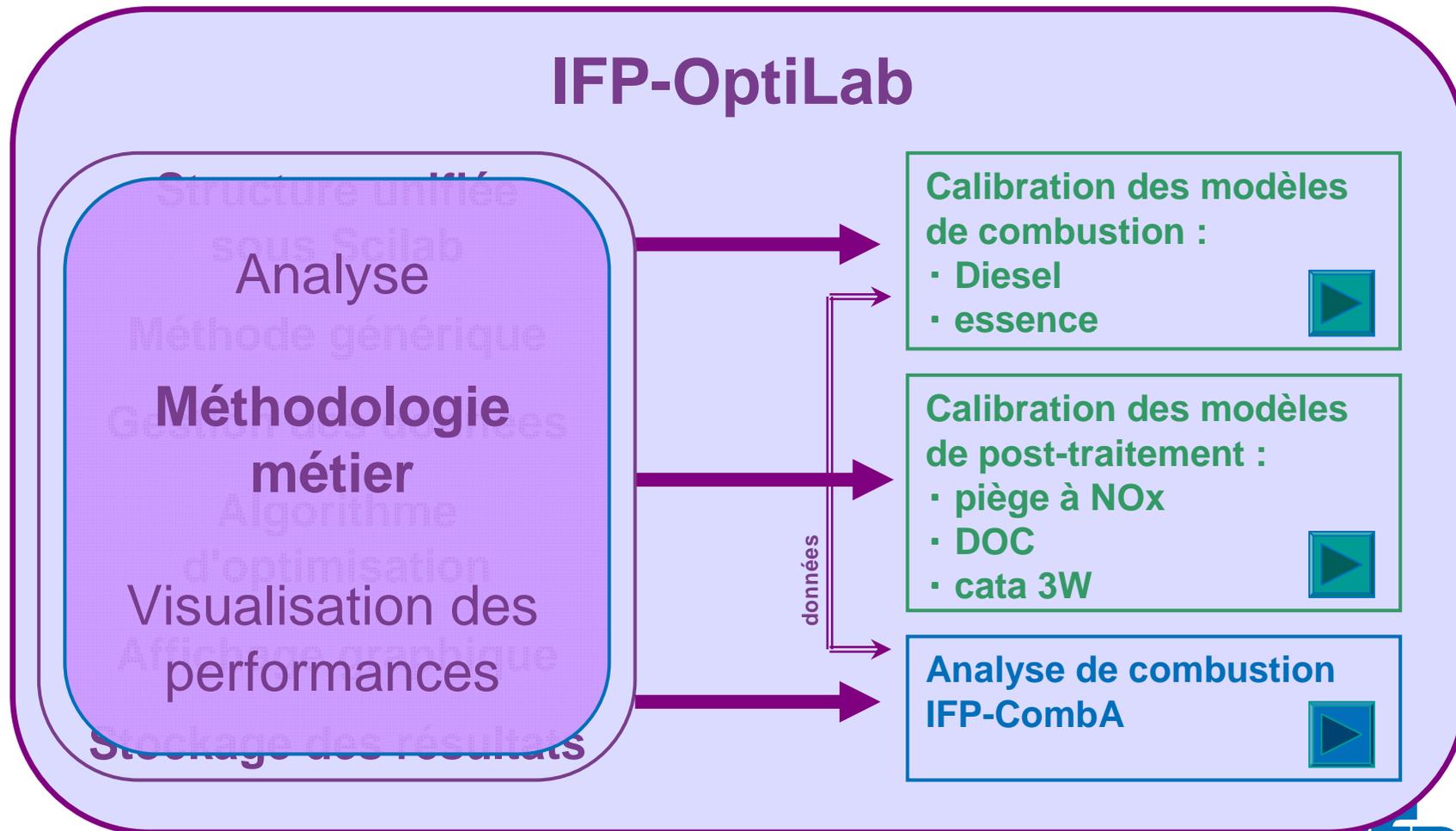


Un outil de calibration et d'analyse



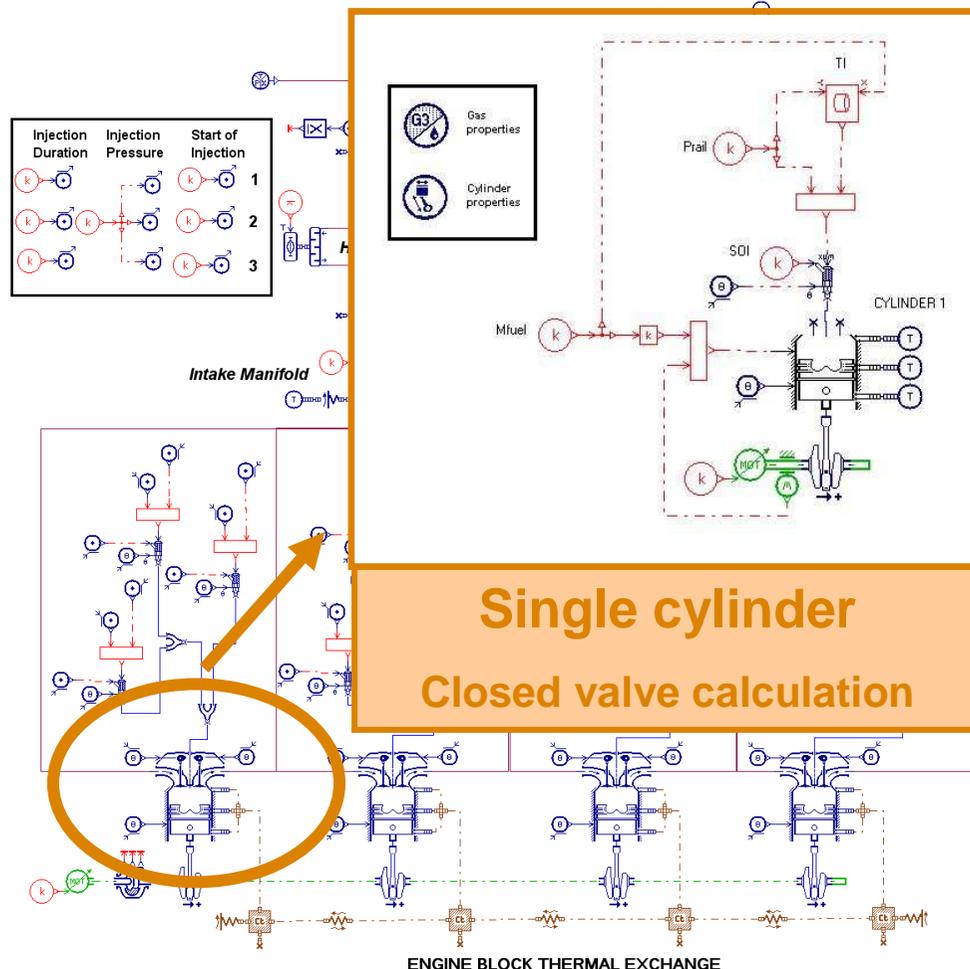


Un outil de calibration et d'analyse



Application à la calibration de combustion Diesel

Isolation du sous-problème

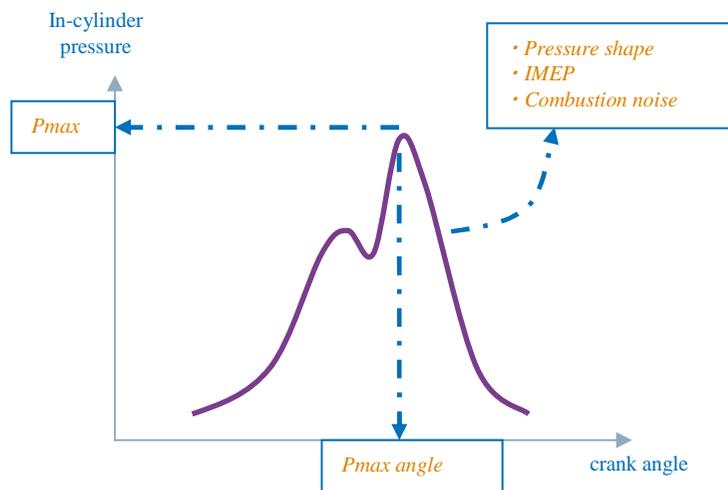


Engine type	RENAULT G9T NADITM*
Engine capacity	2.2l
Number of cylinders	4
Combustion type	Dual mode : HCCI and conventional
Architecture	Variable nozzle turbine
	High pressure EGR loop

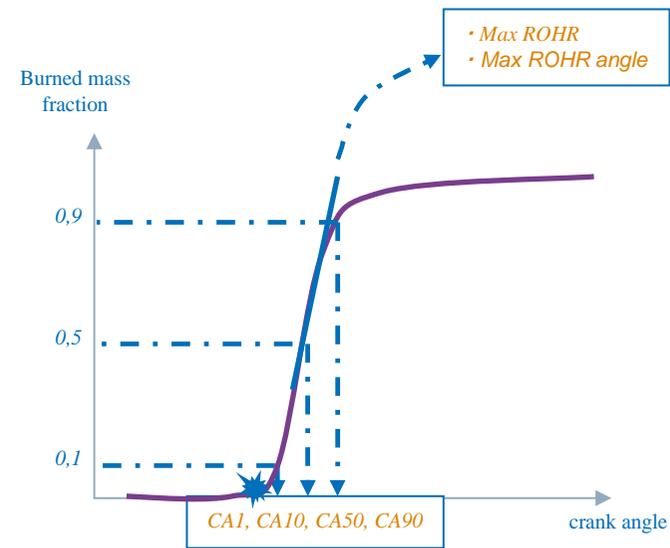
* SAE 2002-01-1744

Application à la calibration de combustion Diesel

Critères disponibles



5 critères basés sur la
pression cylindre

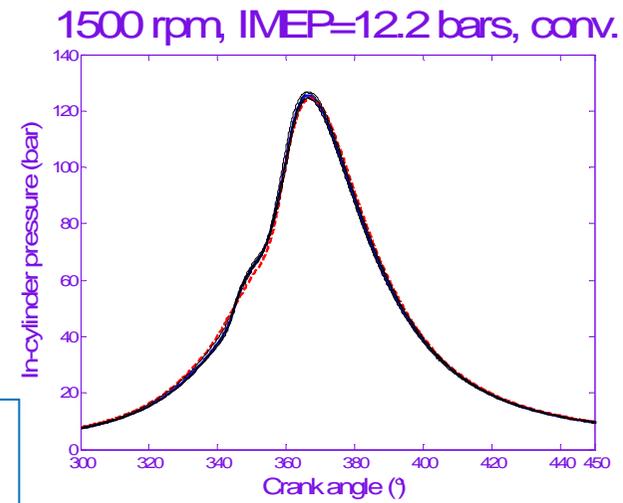
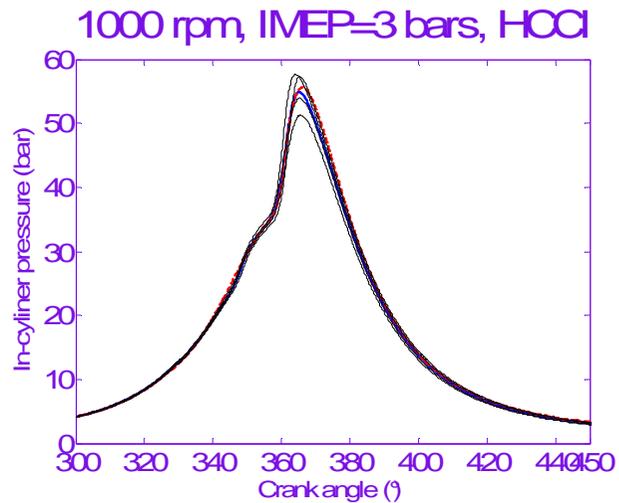


7 critères basés sur la fraction de
masse brûlée calculée par IFP-
CombA

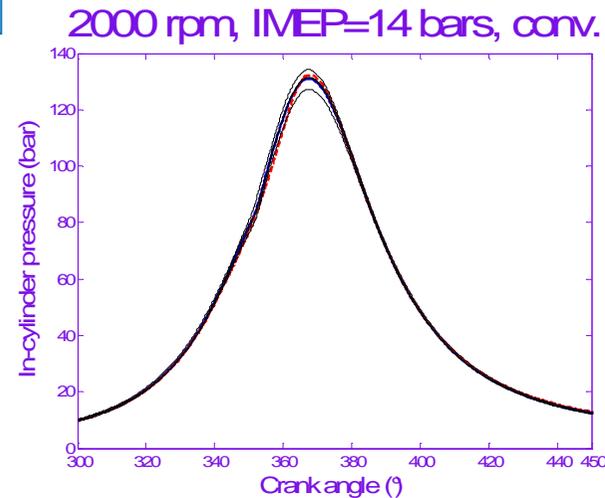
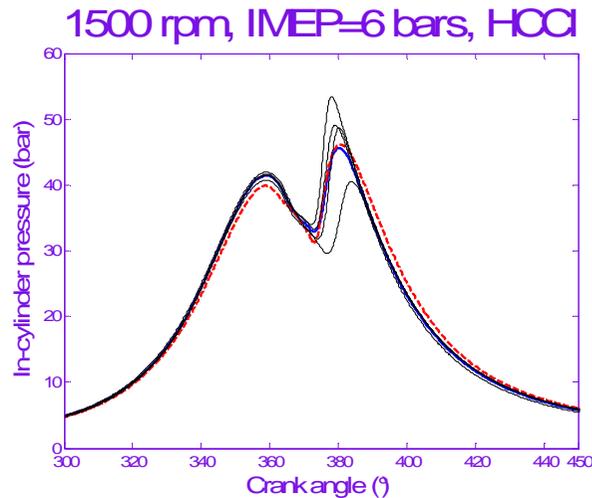
- ⇒ Choix des critères à utiliser (ici 4)
- ⇒ Choix de la méthodologie de recalage



Résultats de la calibration (1/3)

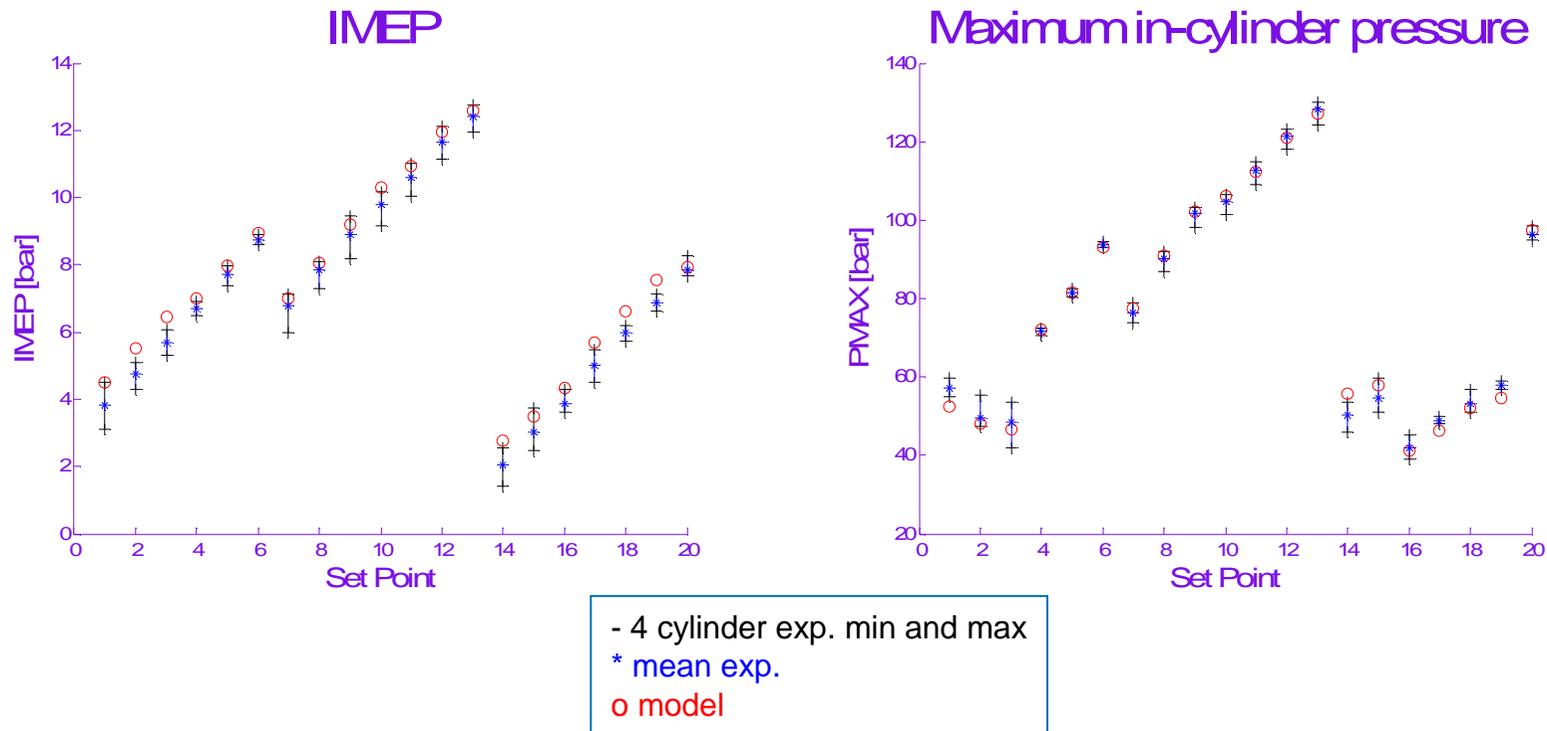


- 4 cylinder exp.
- mean exp.
- model





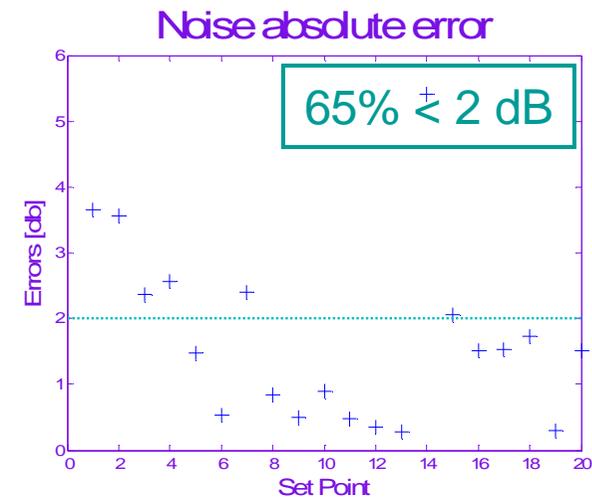
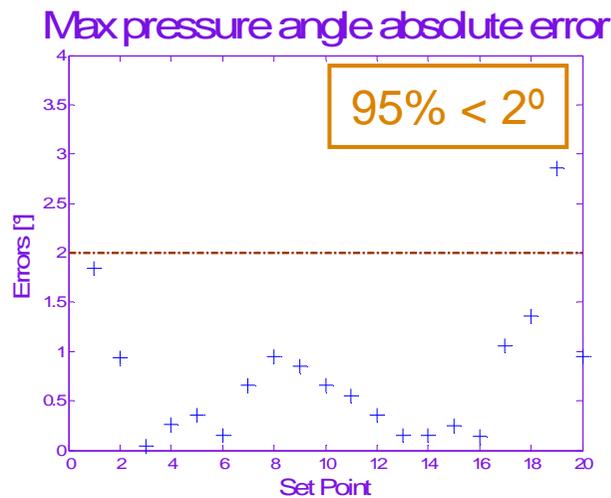
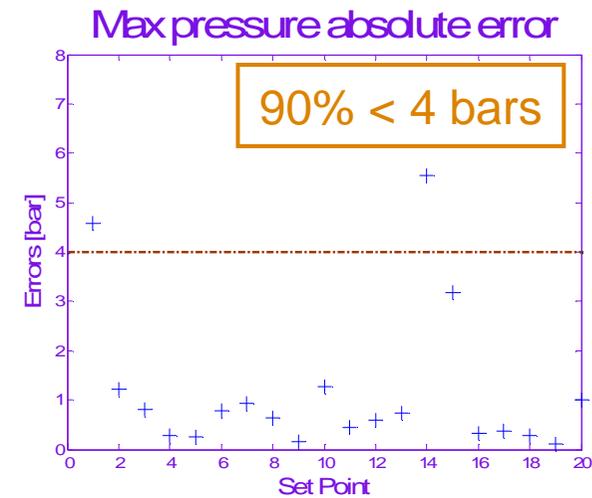
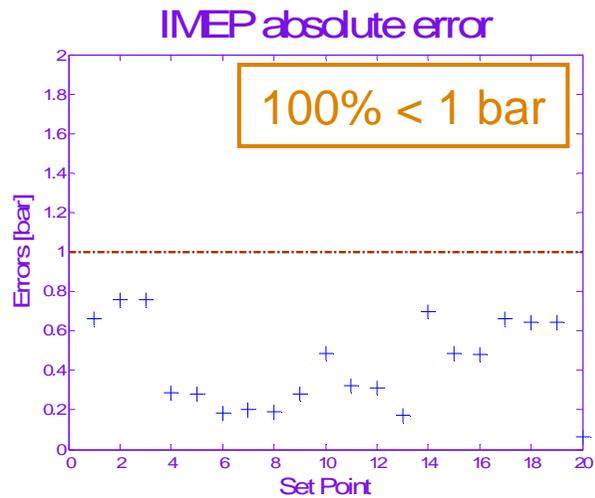
Résultats de la calibration (2/3)



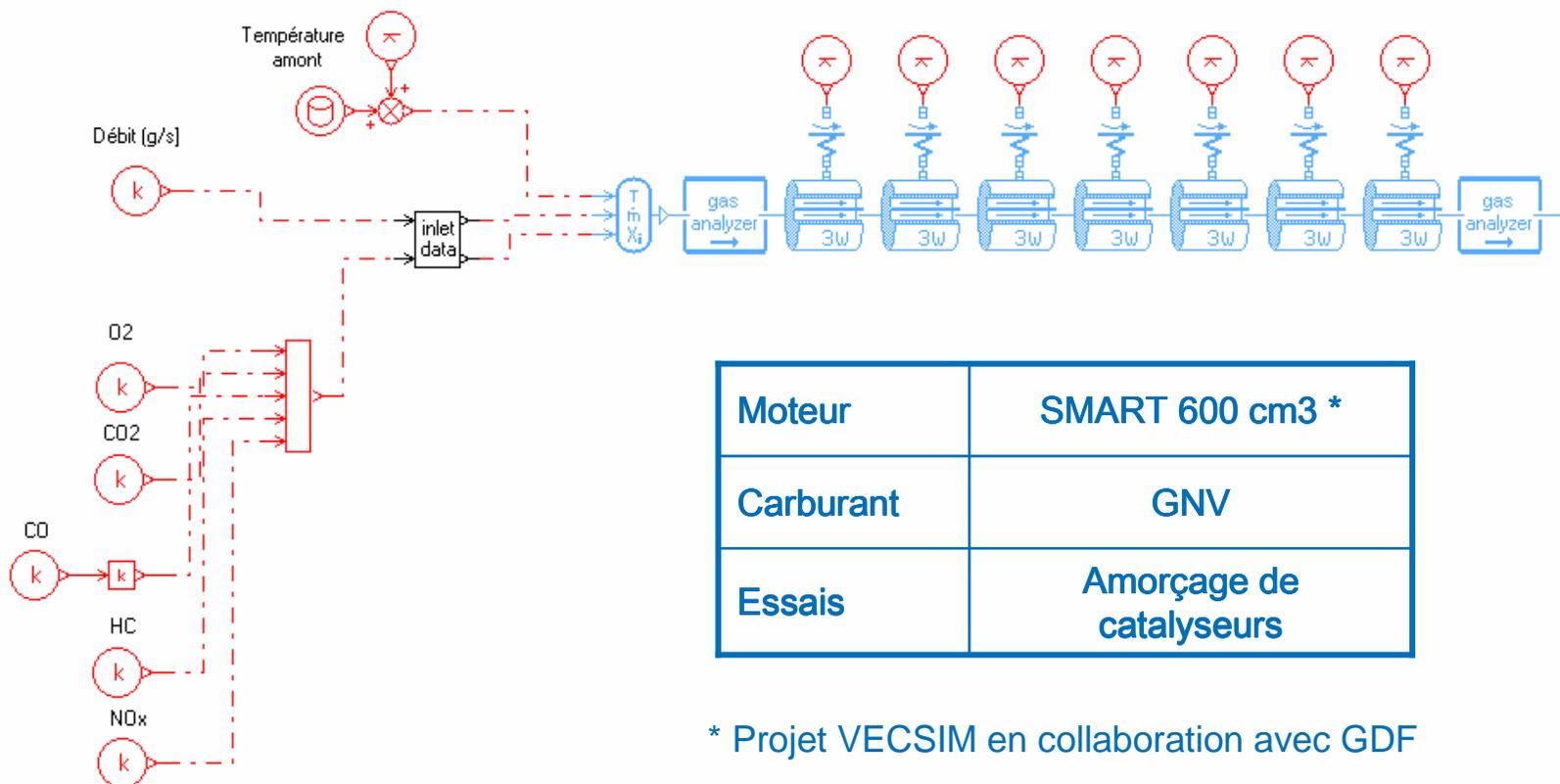
Variation de charge pour 3 régimes moteur



Résultats de la calibration (3/3)

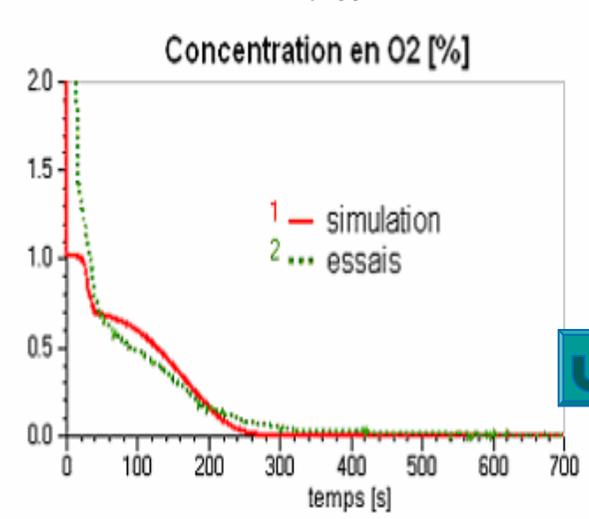
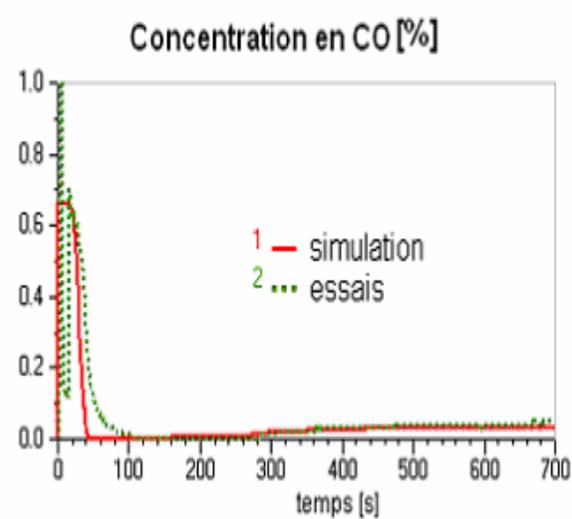
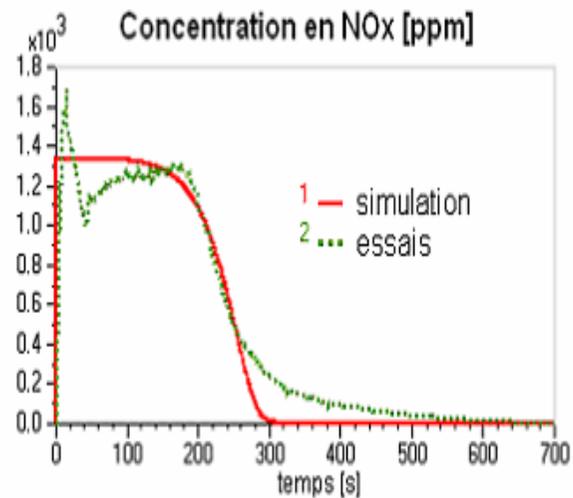
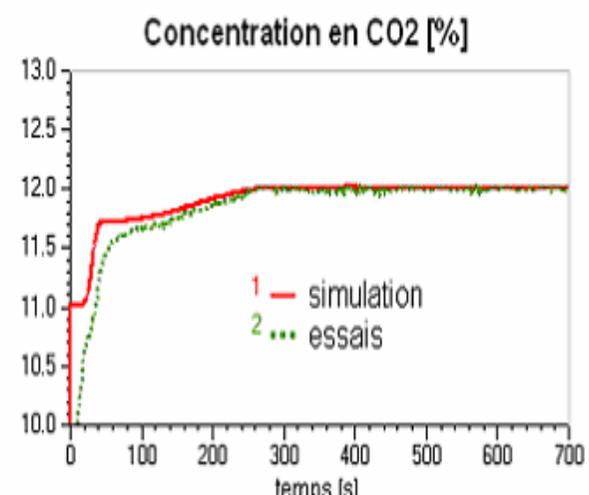
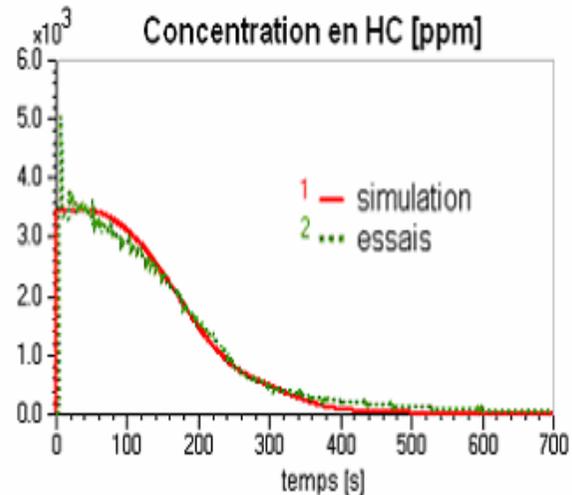
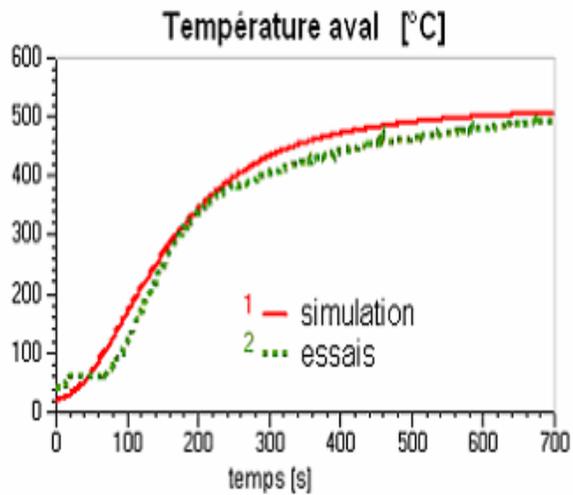


Application à la calibration d'un catalyseur 3W





Exemples de courbes de recalage





Analyse de combustion IFP-CombA

■ Principe :

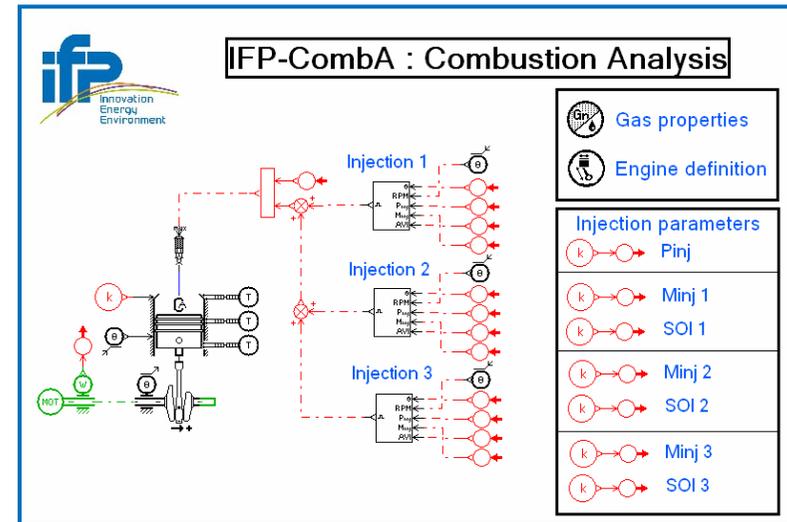
- calculer le dégagement d'énergie dû à la combustion à partir d'une courbe de pression cylindre mesurée

■ Outil d'analyse IFP-CombA :

- sous-modèle spécifique développé dans la librairie IFP-ENGINE
- modèle de transferts thermiques de Woschni

■ Intégration dans IFP-OptiLab (sous Scilab) :

- gestion des entrées/sorties, affichage graphique, ...
- optimisation automatique des paramètres de transferts thermiques



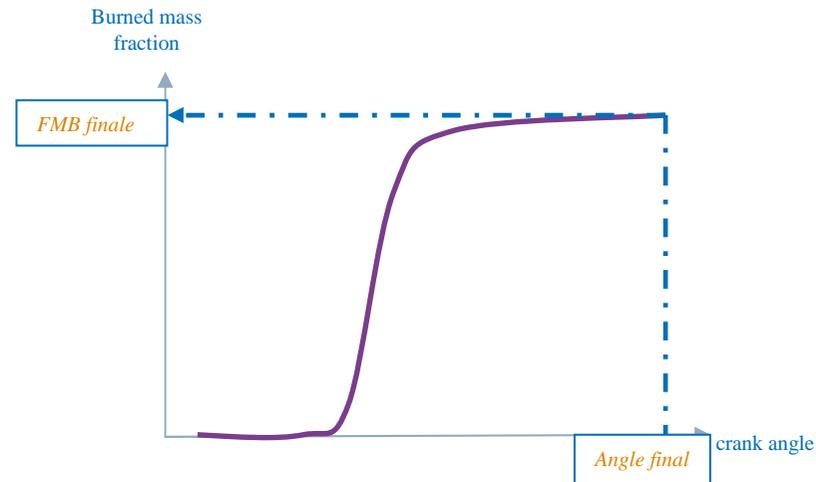


Optimisation dans IFP-CombA

Paramètres :

2 coefficients de Woschni actifs dans la phase compression / combustion / détente

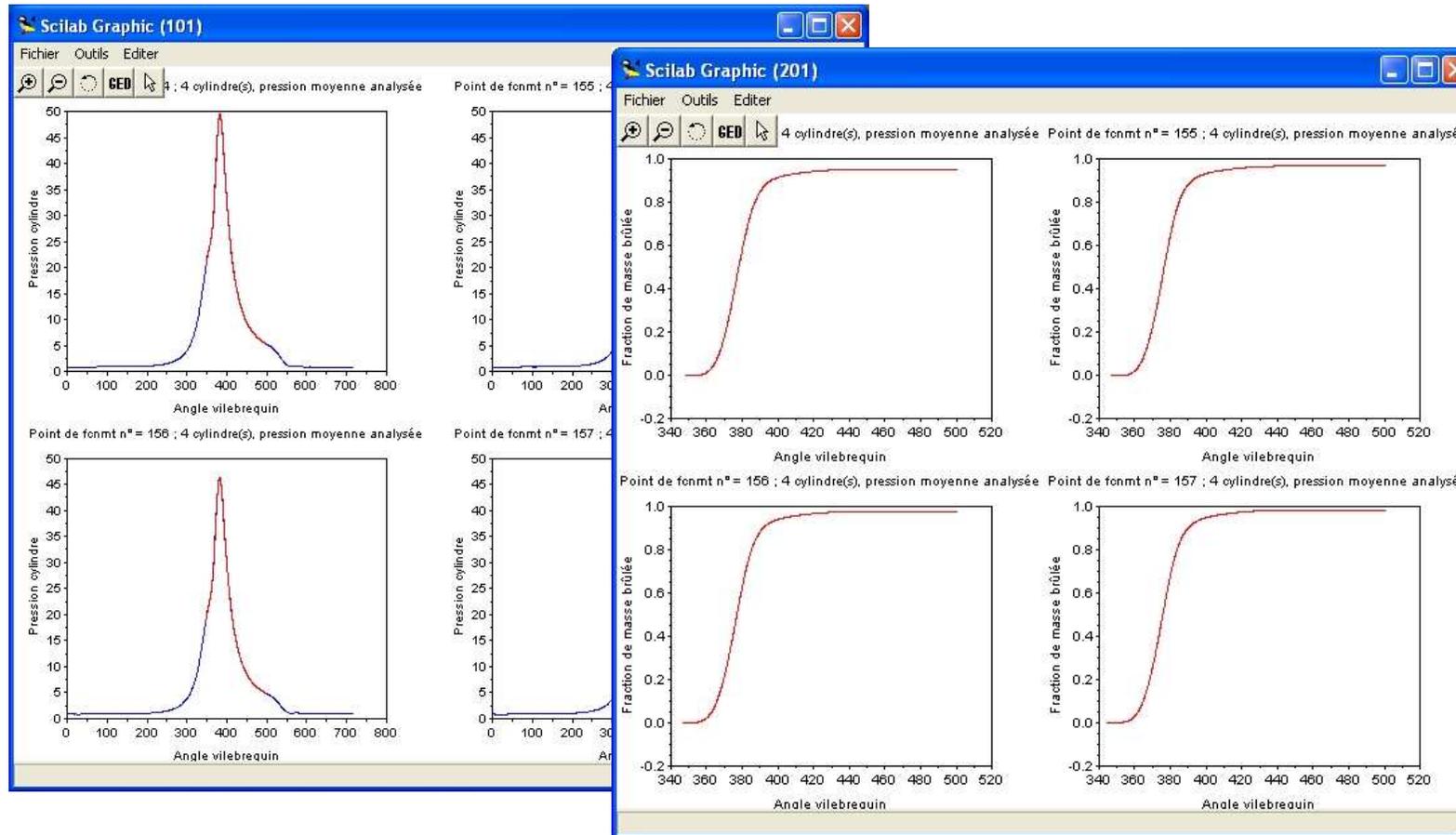
Critères :



2 critères basés sur la valeur de la FMB finale (à un angle final donné)



Sorties graphiques de IFP-CombA





Réflexions sur ces outils numériques

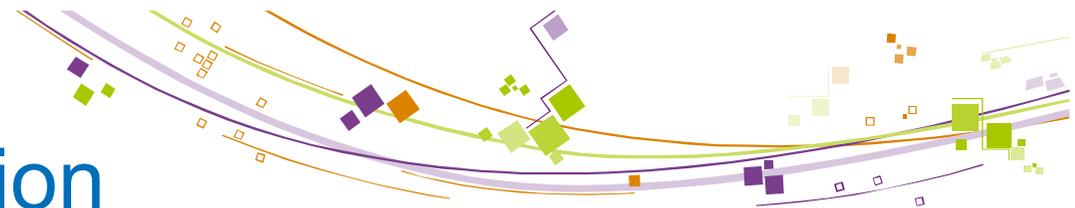
Apports et avantages

- Temps :
 - gain de temps par rapport au recalage manuel
- Expertise :
 - utilisation simplifiée des modèles
- Efficacité :
 - exploitation optimale des modèles calibrés automatiquement
- Méthode générique, applicable à tous les modèles 0D/1D

Inconvénients

- Expertise :
 - perte de compréhension des modèles par les utilisateurs
- Efficacité :
 - possible perte du sens physique des paramètres
 - possible compensation mathématique des lacunes des modèles

⇒ **Nécessité d'élaborer une méthodologie adaptée**



Intégrer l'optimisation dans un processus méthodologique métier

- Etude préalable des modèles à calibrer
 - fonctionnement, tendances, ...
- Identification des paramètres et des critères pertinents
 - analyses de sensibilités, ...
- Maîtrise des entrées (hypothèses, ...) :
 - identification de la plage de fonctionnement appropriée, ...
- Définition/adaptation des objectifs
- Identification claire des besoins en optimisation
- Mise au point d'une méthodologie dédiée
 - décomposition en sous-parties (auto-inflammation + combustion)
 - combinaison d'analyse/calibration manuelle + automatique
- Automatisation de la procédure



Conclusion

- Importance de la problématique de la calibration des modèles 0D/1D
- Développement d'outils numériques efficaces :
 - diminution du temps de calibration (jours → heures)
 - exploitation améliorée des possibilités des modèles
- Applicable à différents domaines, de la combustion aux organes de post-traitement
- Importance de la méthodologie associée à ce type d'outils