Un Environnement de Test pour les Langages Dédiés Exécutables

Faezeh Khorram

GDR-GPL 2022 Prix de thèse, l'accessit

NaoMod, LS2N, IMT Atlantique

Directeur de thèse

- Prof. Gerson SUNYE, Nantes Université, France

Encadrants

- Dr. Jean-Marie MOTTU, Nantes Université, France
- Dr. Erwan BOUSSE, Nantes Université, France

Soutenu le 12/12/2022

Qui suis-je?

Avant:

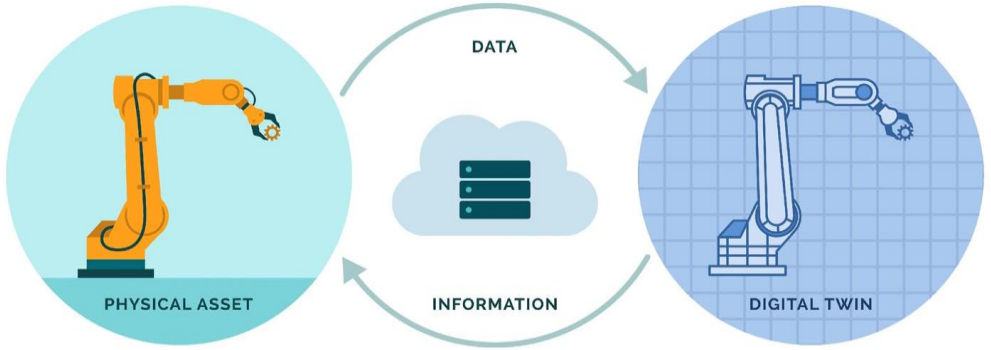
- Master en génie logiciel (2016-2019)
  - Sharif University of Technology (Iran)
  - Méthodologie dirigée par les modèles pour le développement de «Serious games»
- Doctorat en génie logiciel (2019-2022)
  - IMT Atlantique (Nantes, France)
  - Projet européen Lowcomote
    - Détachement à l'Université JKU de Linz (Autriche)
    - Détachement à l'université UAM de Madrid (Espagne)

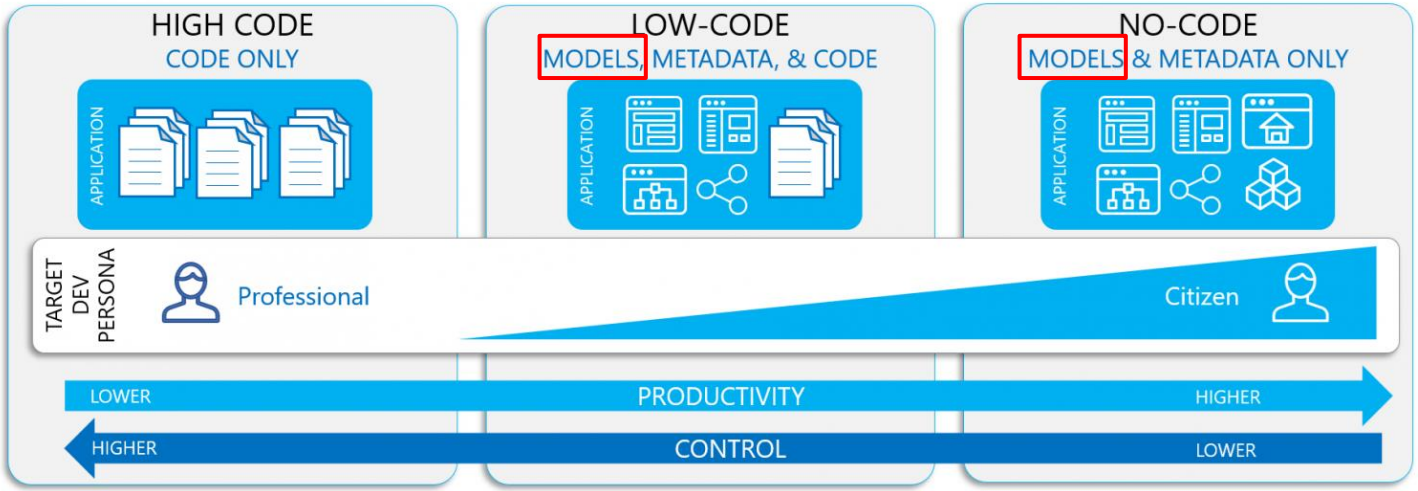
Aujourd'hui:

- Ingénieur de recherche senior (2023-actuel)
  - Département R&D de HUAWEI Technologies (Grenoble, France)
  - Vérification formelle basée sur les modèles

Ingénierie Dirigée par les Modèles (IDM)

- Un paradigme de développement logiciel
- Utilise des **modèles** comme artefact central du développement logiciel
- Traite de la **complexité** du domaine d'application
- Permet aux **non-programmeurs** de développer des logiciels

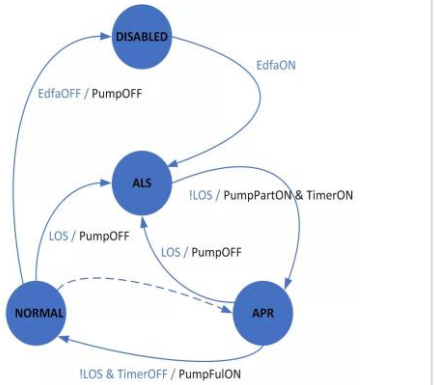


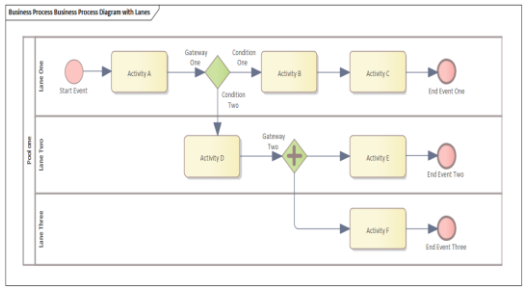


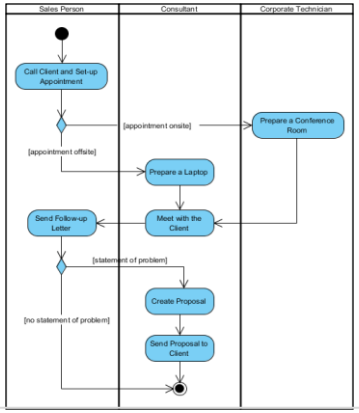
Langage de Modélisation Dédié (LMD)

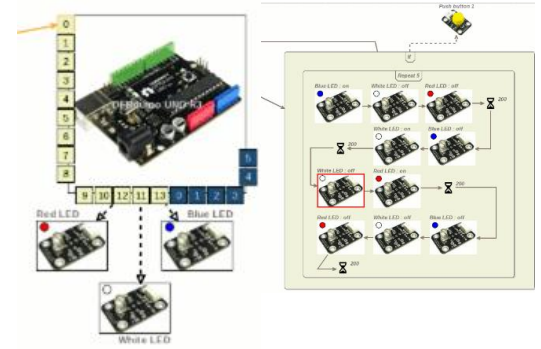
Les langages pour la définition de modèles
conçus pour des domaines techniques ou applicatifs spécifiques

FSM LMD	BPMN LMD	Activity LMD	Arduino LMD
conforme à	*conforme à*	*conforme à*	*conforme à*
State machine	Business process	Activity diagram	Arduino model





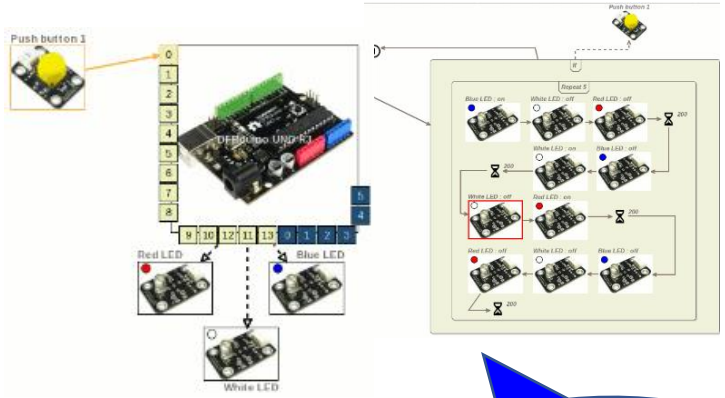




Modèles comportementaux: décrivant les aspects dynamiques des systèmes,
doivent être exécutés pour garantir leur exactitude

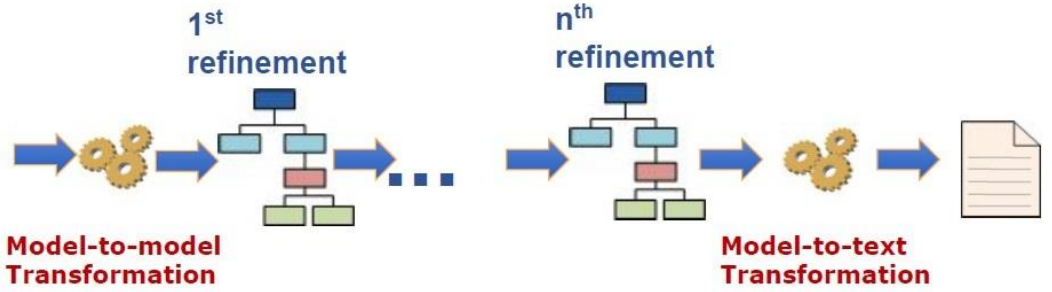
Modèles exécutables

Les modèles peuvent être exécutés si le LMD fournit une sémantique d'exécution



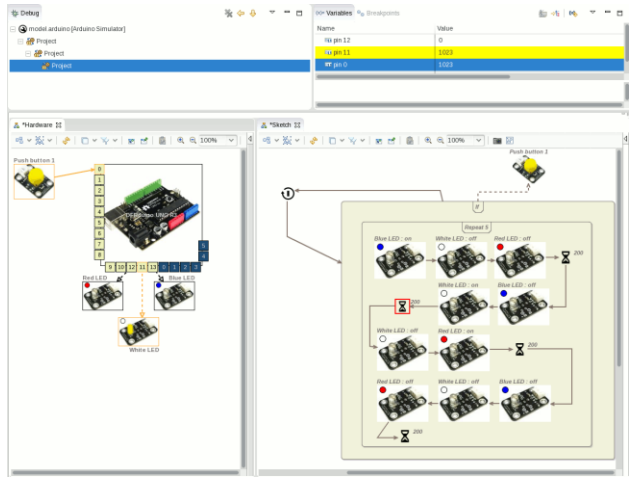
sémantique translationnelle

*Exécuter le code généré par un **compilateur***



sémantique opérationnelle

*Exécution du modèle lui-même à l'aide d'un **interpréteur***



Comment l'exécuter ?

Vérification et Validation (V&V) dynamiques précoces des modèles

Tester des modèles exécutables

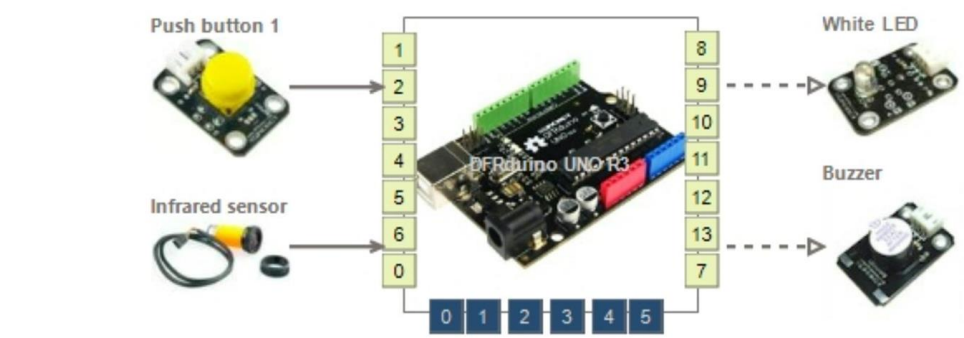
- Le test est la principale méthode utilisée pour évaluer les systèmes logiciels

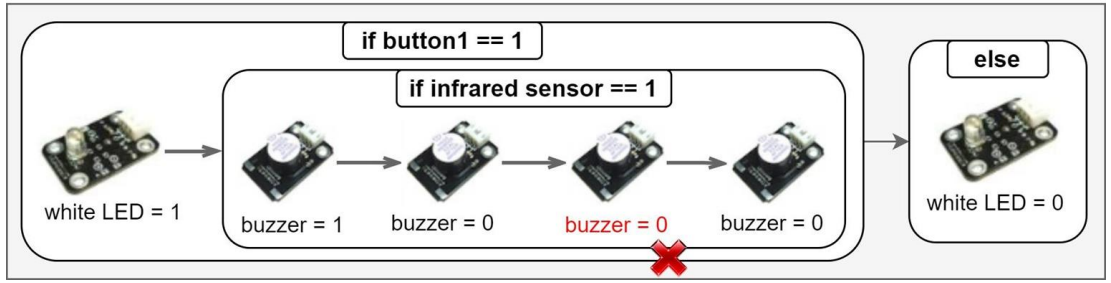
Les tests impliquent :

- exécuter des systèmes dans des scénarios intéressants,
- observer s'ils agissent comme prévu.

Comment définir les données d'entrée et de sortie?

entrée: bouton enfoncé, capteur détecté

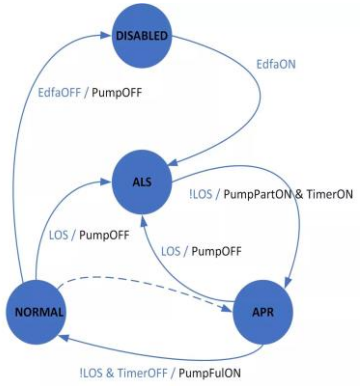
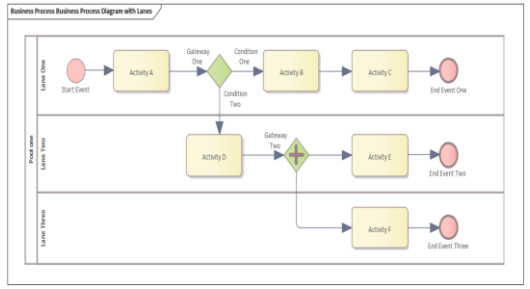
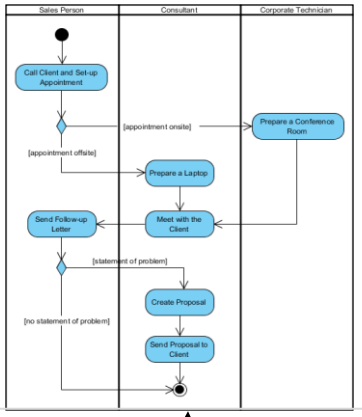
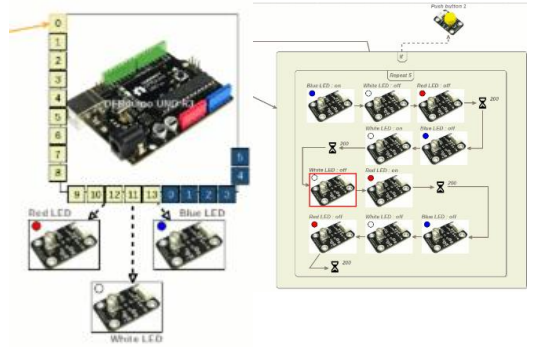




résultats attendus: LED allumée, buzzer allumé et éteint 2 fois

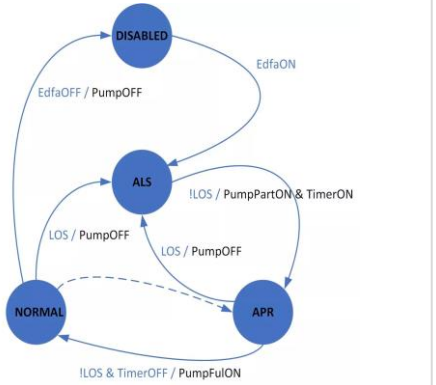
Sortie d'exécution: LED allumée, buzzer allumé et éteint une fois

(1) Un langage de test par LMD

FSM LMD	BPMN LMD	Activity LMD	Arduino LMD
conforme à	*conforme à*	*conforme à*	*conforme à*
State machine	Business process	Activity diagram	Arduino model
			
spécifique à	*spécifique à*	*spécifique à*	*spécifique à*
cas de test	cas de test	cas de test	cas de test
conforme à	*conforme à*	*conforme à*	*conforme à*
langage de test FSM	**langage de test BPMN**	**langage de test Activity**	**langage de test Arduino**

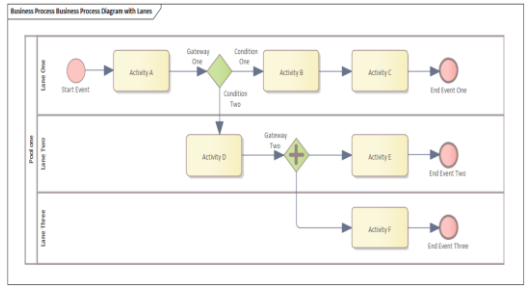
(2) Un langage de test générique pour tous les LMD

FSM LMD — *conforme à* — State machine



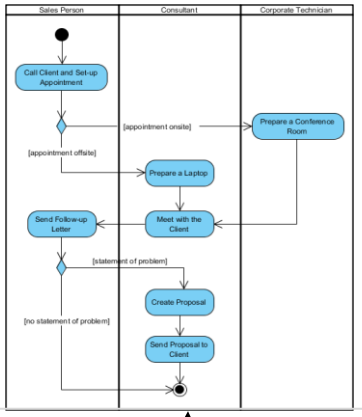
spécifique à — cas de test — *conforme à*

BPMN LMD — *conforme à* — Business process



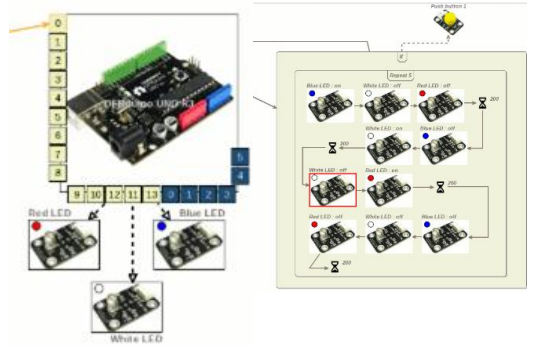
spécifique à — cas de test — *conforme à*

Activity LMD — *conforme à* — Activity diagram



spécifique à — cas de test — *conforme à*

Arduino LMD — *conforme à* — Arduino model

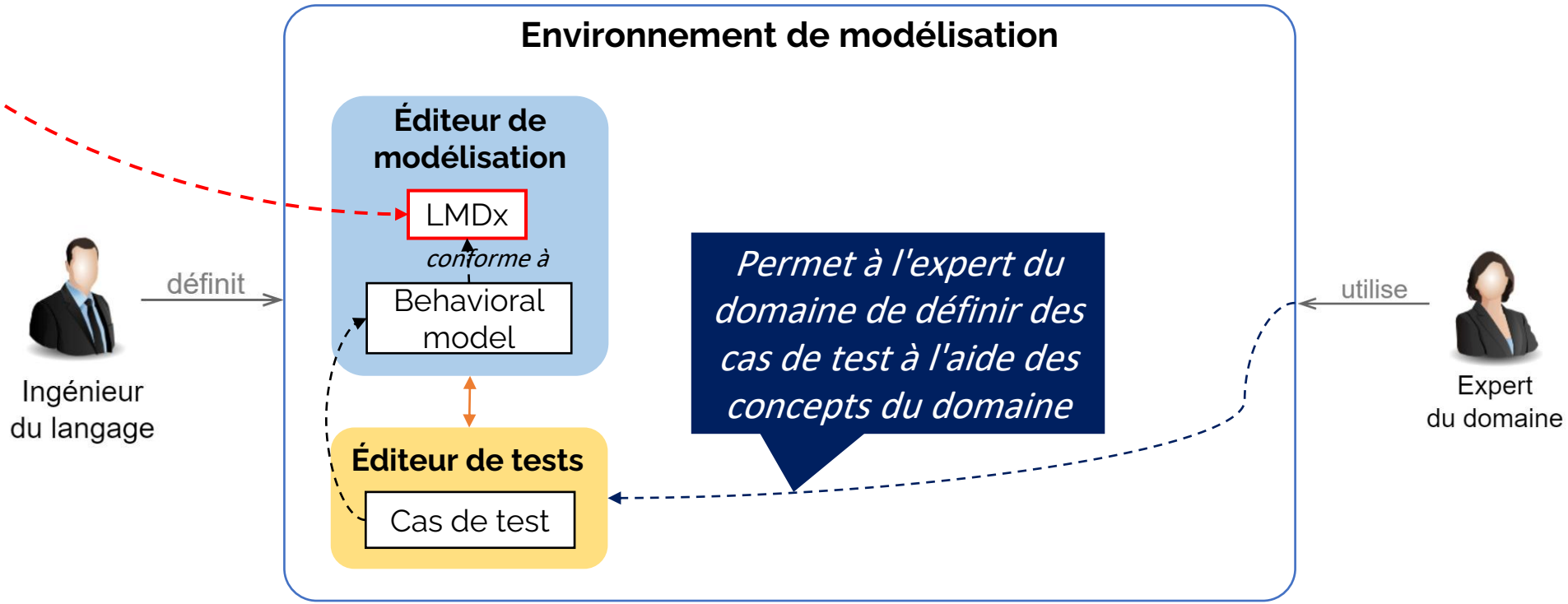


spécifique à — cas de test — *conforme à*

Langage de test générique

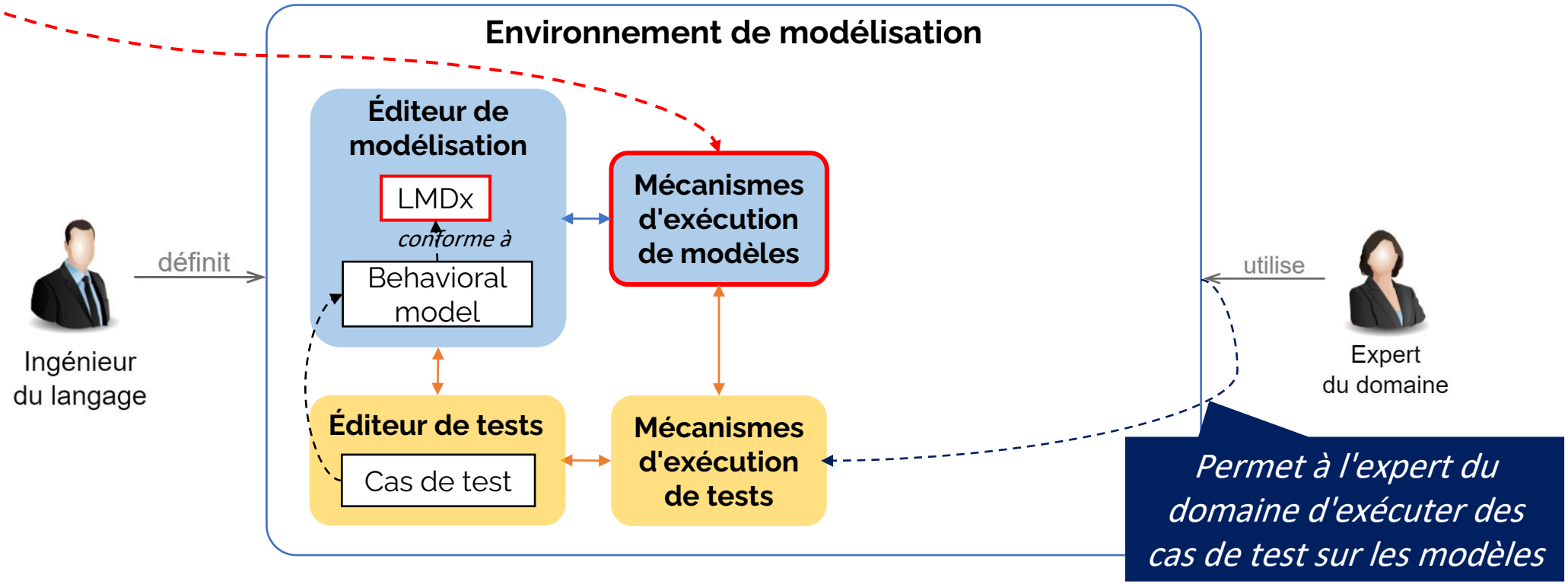
Énoncé des problèmes

- Étant donné un LMDx, les experts du domaine peuvent tester les modèles conformes seulement si les concepts du domaine peuvent être utilisés dans la spécification des cas de test
- **Défi#1**: Les concepts de domaine diffèrent d'un LMDx à l'autre



Énoncé des problèmes

- Les cas de test écrits doivent être exécutés à l'unisson avec les modèles testés
- L'exécution du test doit être en quelque sorte liée à l'exécution du modèle
- **Défi#2**: Les mécanismes d'exécution des modèles diffèrent d'un LMDx à l'autre

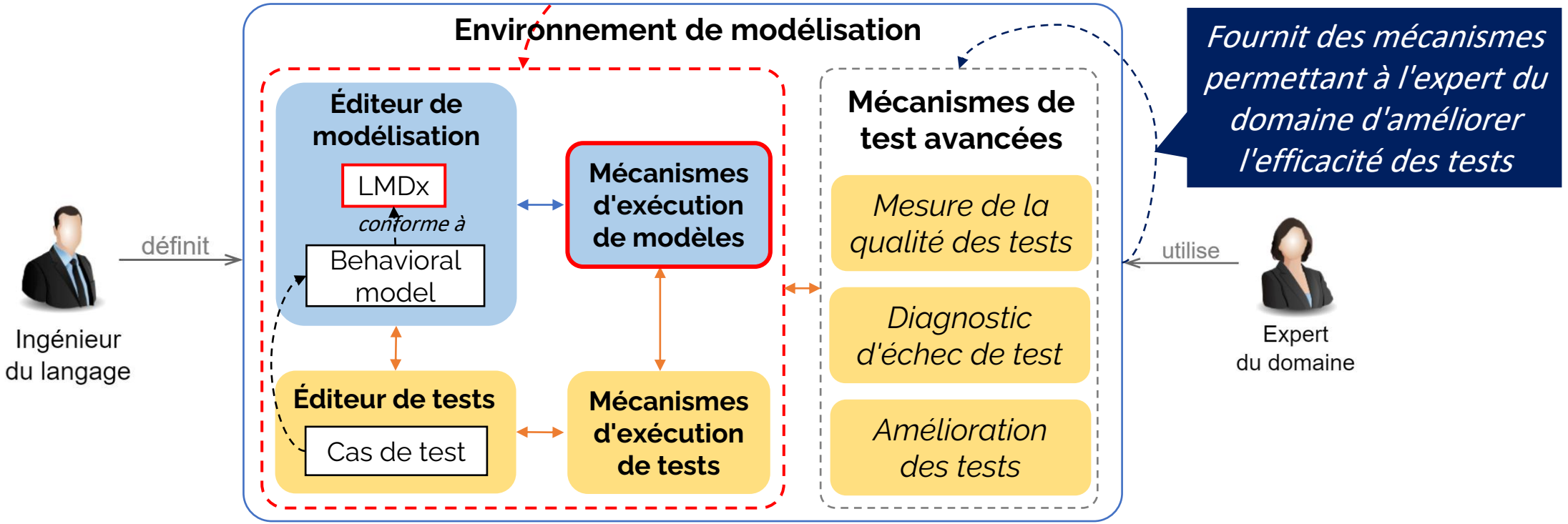


Énoncé des problèmes

Fournir des mécanismes pour améliorer l'efficacité des tests :

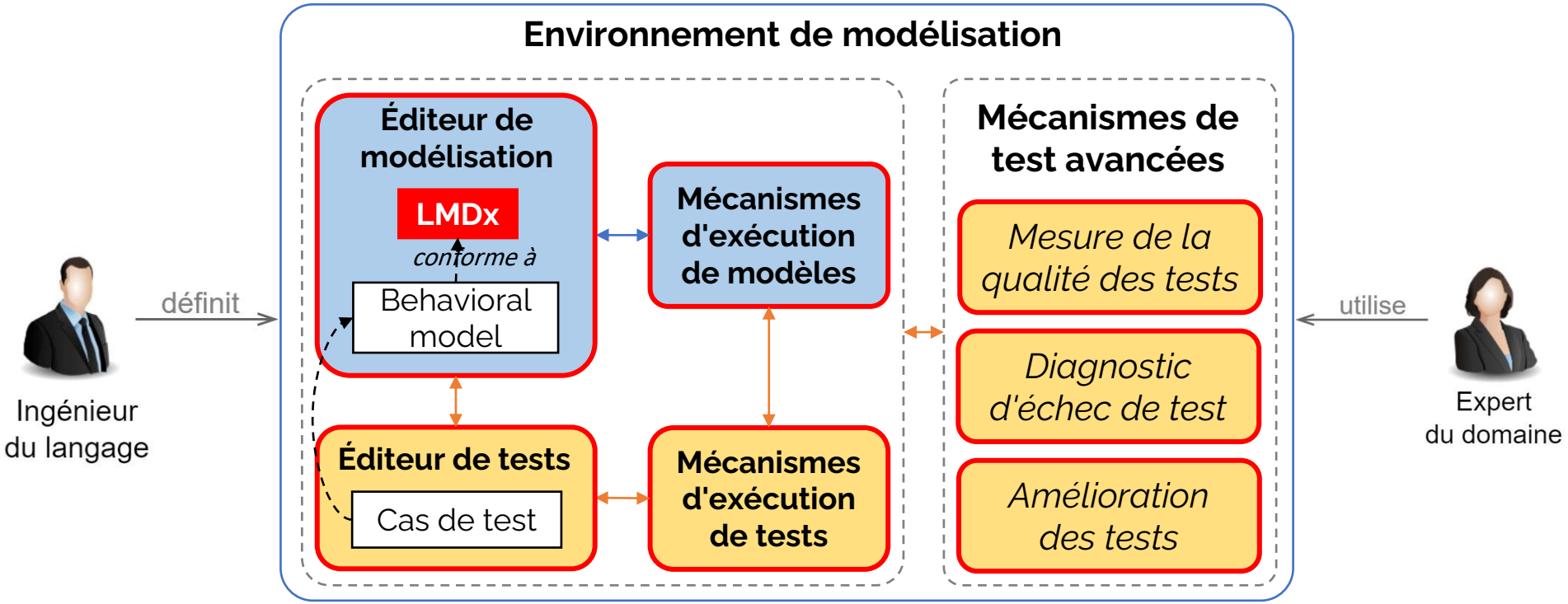
- Évaluer si les cas de test écrits sont assez bons
- Diagnostiquer les défauts lorsque les cas de test échouent sur un modèle
- Améliorer la qualité des cas de test écrits

Défi #3 : dépendance aux environnements de test car ils doivent manipuler directement les cas de test et leur système sous test



Énoncé des problèmes:
Diversité et hétérogénéité des LMDx

- Nouveau LMDx ⇒ nouveaux concepts de domaine, nouveaux mécanismes d'exécution
- Chaque fois qu'un nouveau LMDx est conçu, un nouveau cadre de test doit être créé à partir de zéro

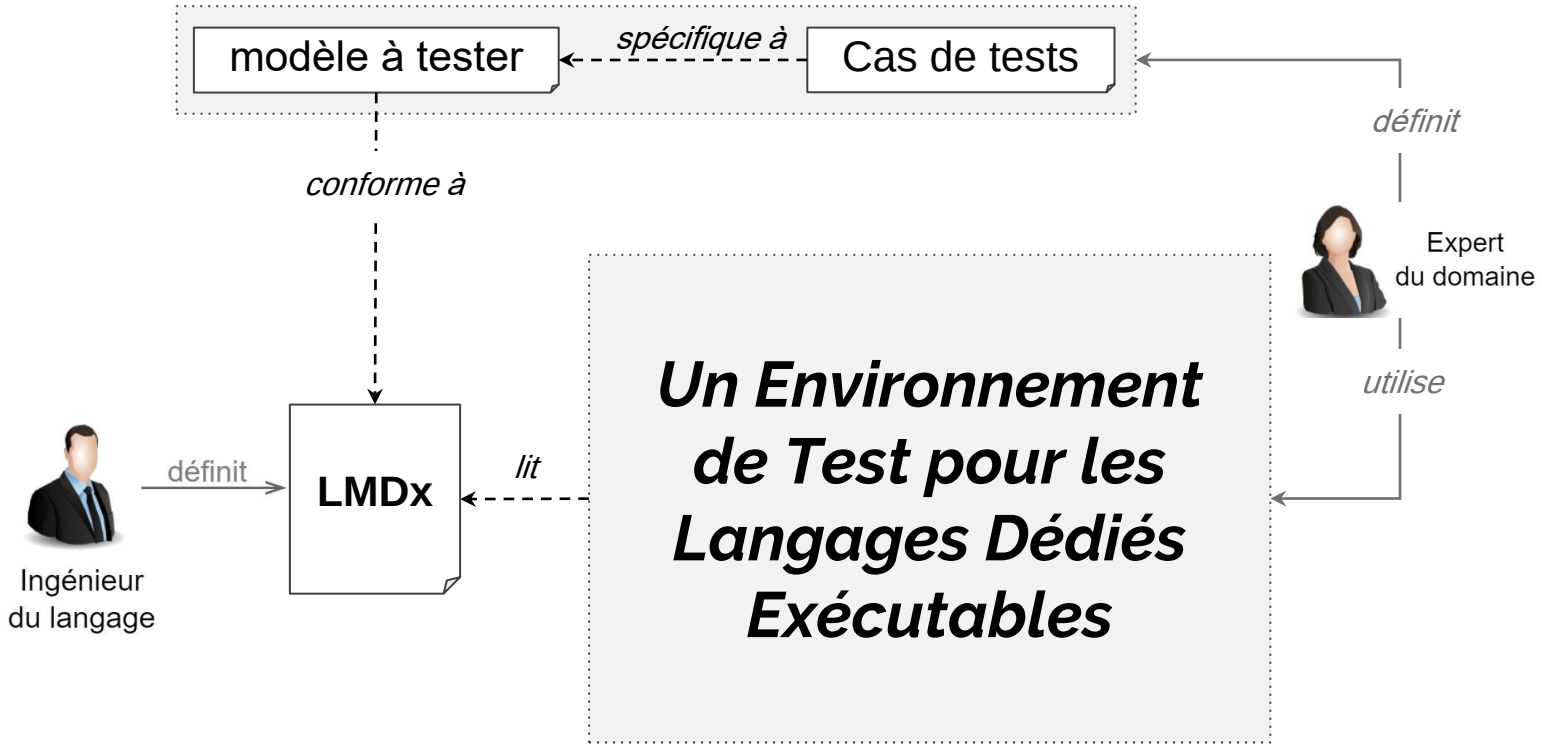


Solution: une approche *systématique* pour fournir un support de test pour chaque LMDx donné

La proposition

Utilisateurs

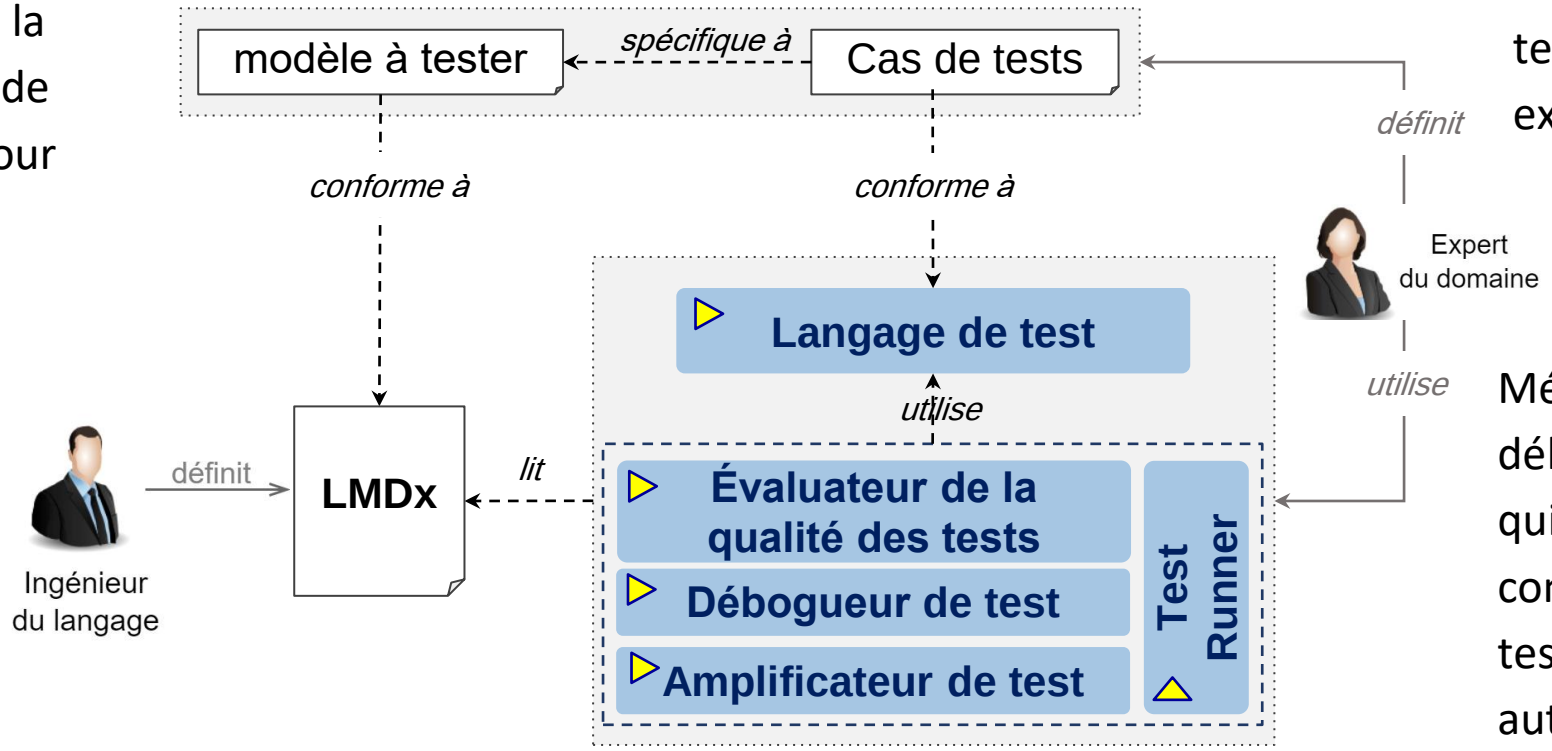
- Permettre aux ingénieurs du langage de fournir un support de test pour leurs xDSLs
- Permettre aux experts du domaine de tester efficacement les modèles comportementaux le plus tôt possible



Un Environnement de Test pour les Langages Dédiés Exécutables

Calcul de la **couverture du modèle** et analyse de la **mutation du modèle** de manière générique pour les LMDs

Amplification automatique des tests pour améliorer les tests de **régression** des modèles

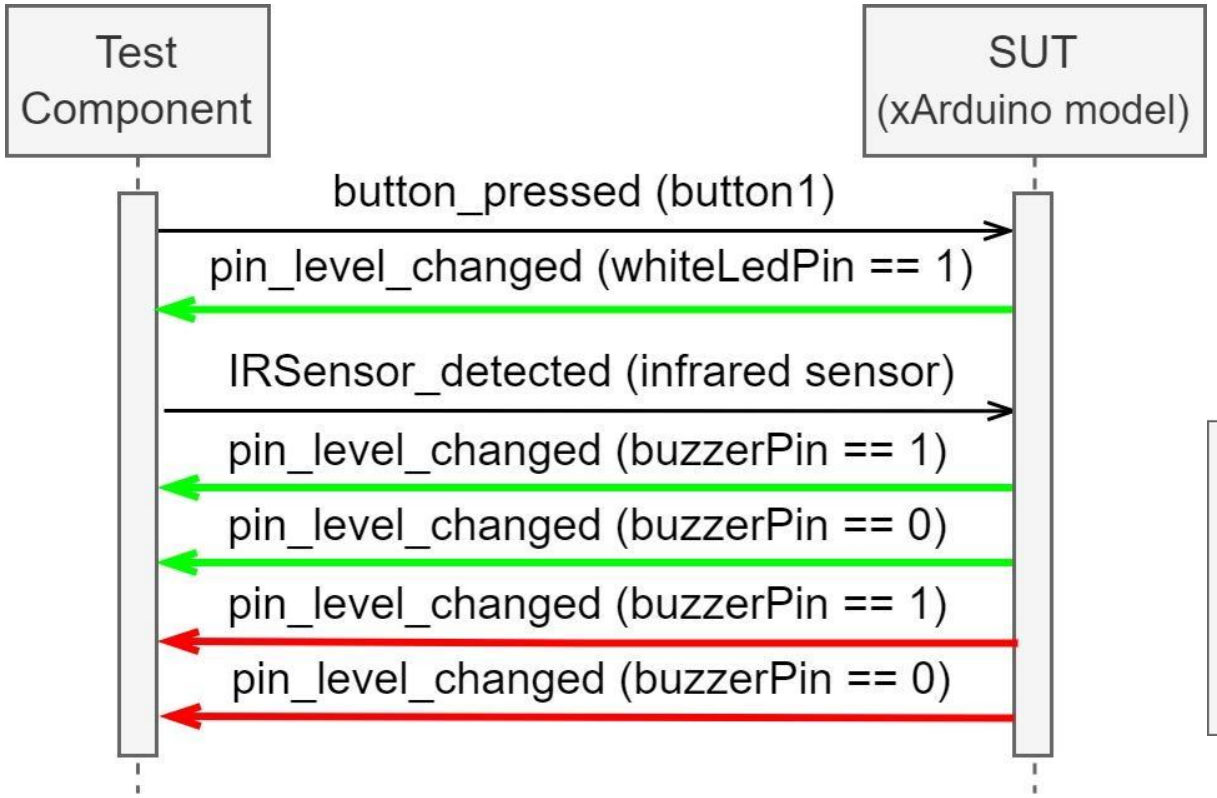


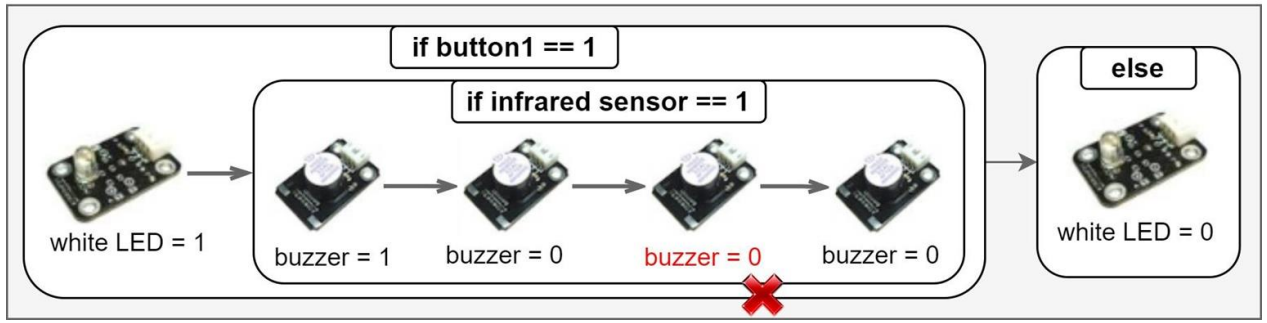
Adaptation du langage standard de description des tests (**TDL**) [1] au test de modèles exécutables

Mécanismes de débogage pour les tests qui échouent : débogage conjoint manuel modèle-test, localisation automatique des erreurs de modèle.

[1] Makedonski, P., Adamis, G., Käärik, M. et al. "*Test descriptions with ETSI TDL*". Software Quality Journal, vol. 27, no.2 , 885–917 (2019)

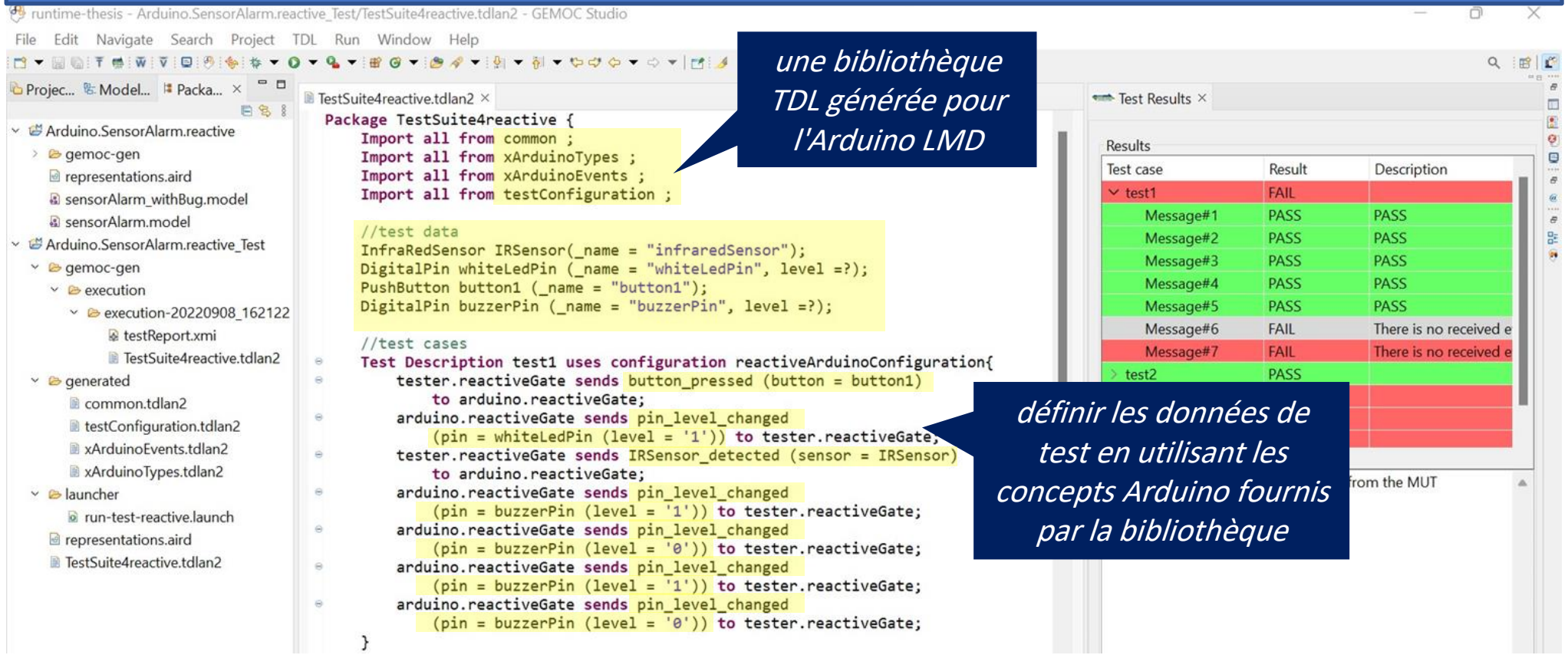
Exemple de scénario de test pour le modèle Arduino





Outillage au sein du GEMOC Studio

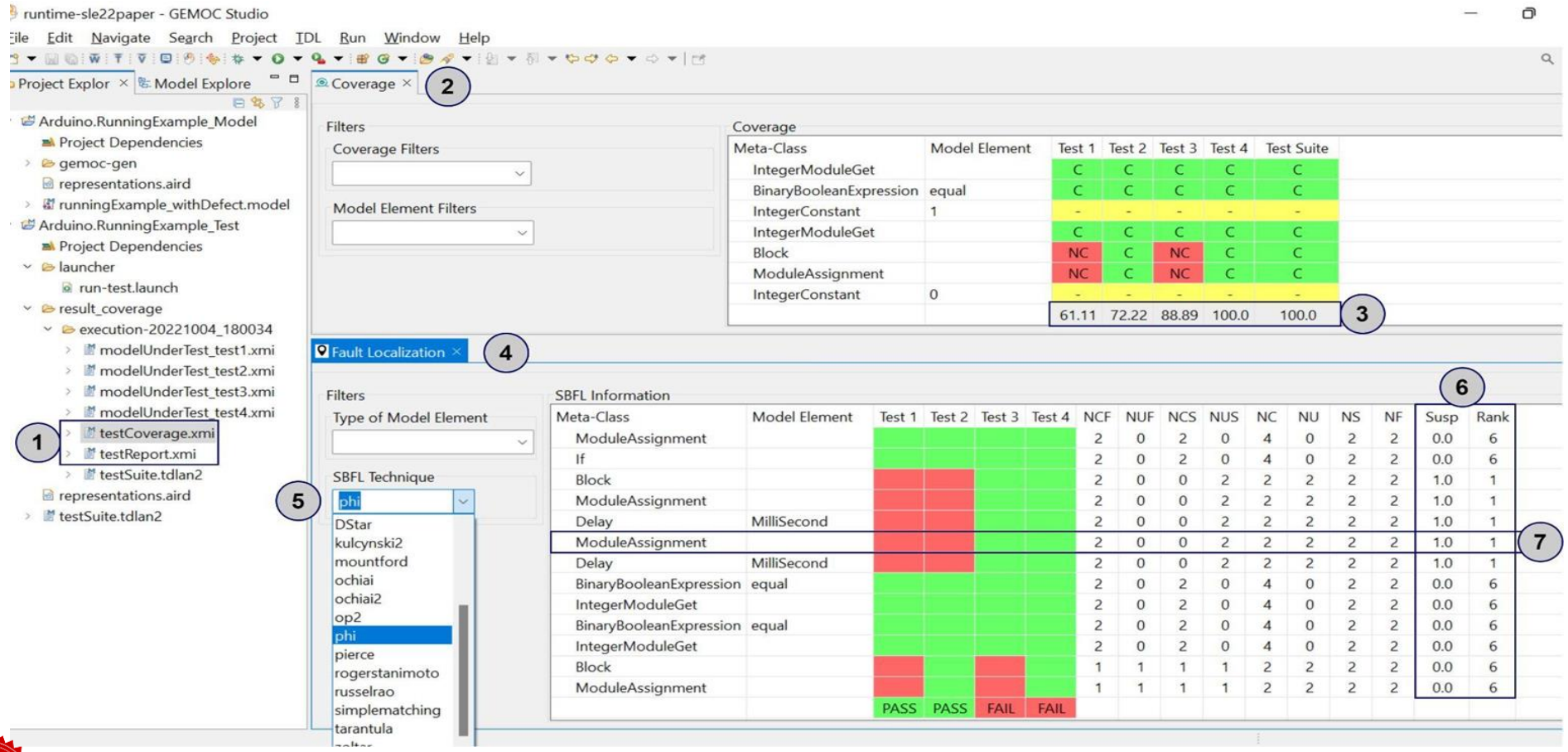
Outil de définition et d'exécution des cas de test



https://github.com/lowcomote/Testing4DSLs

Outillage au sein du GEMOC Studio

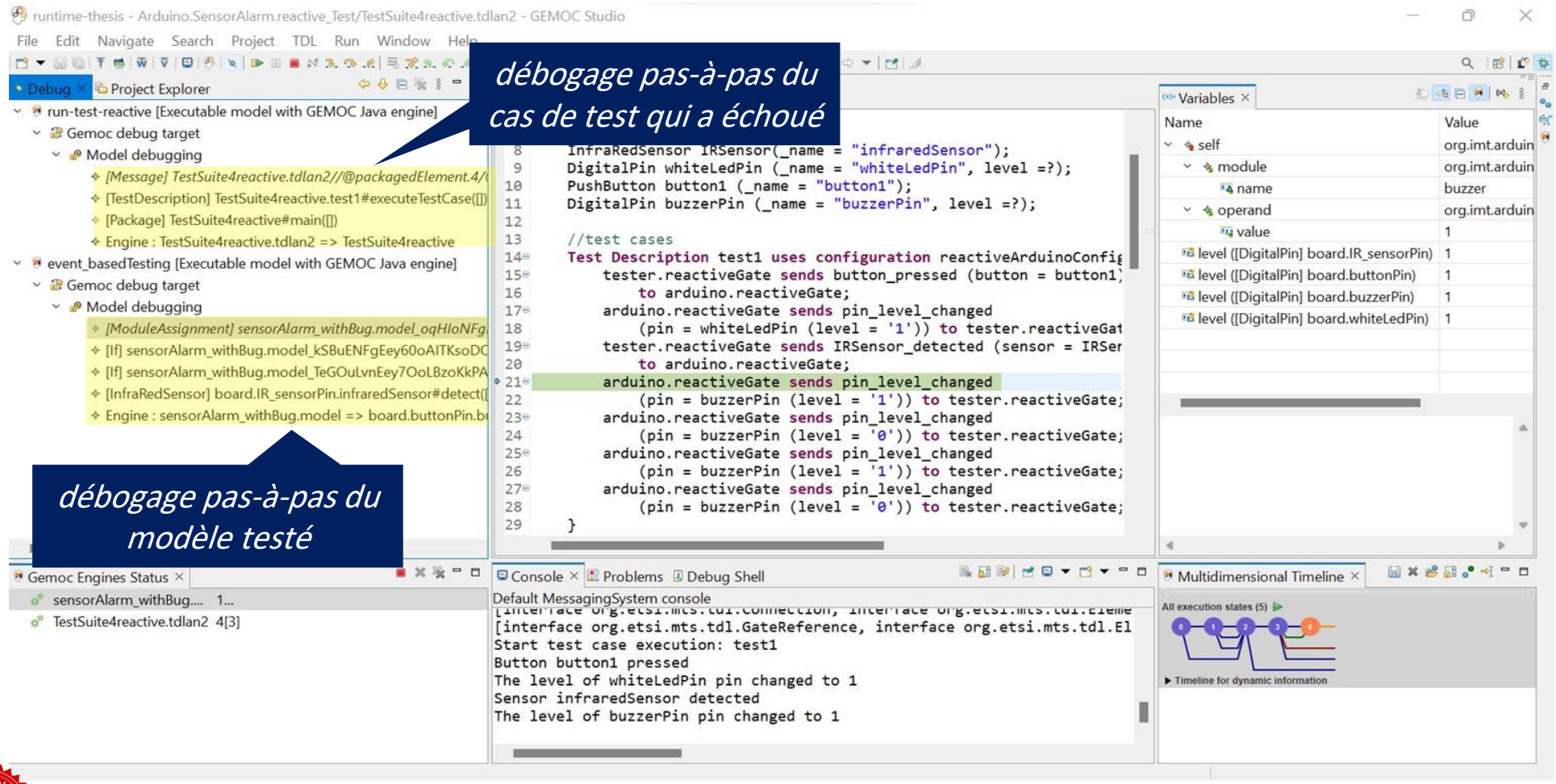
Outil pour le calcul de la couverture du modèle et la localisation automatique des défauts



https://github.com/lowcomote/Testing4DSLs

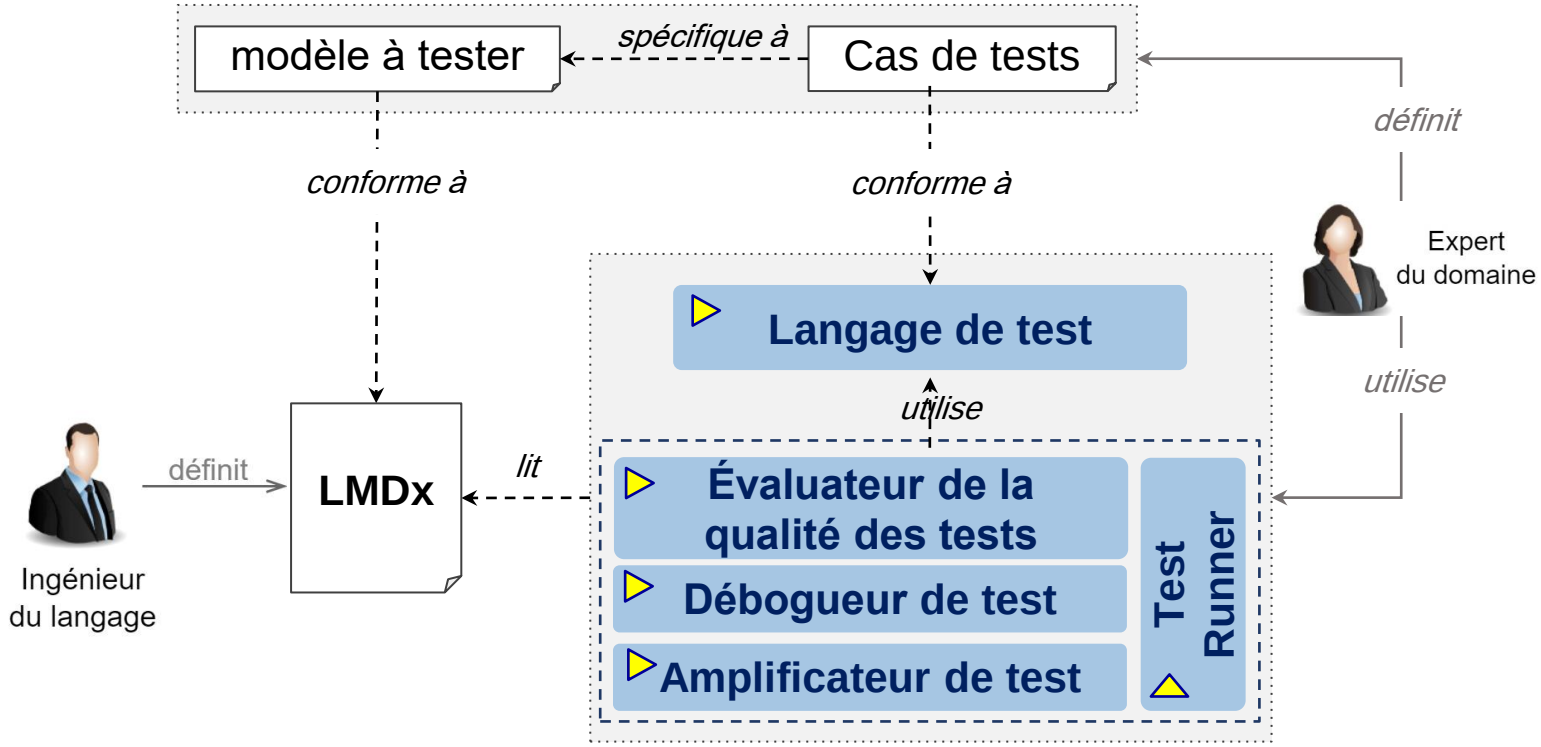
Outillage au sein du GEMOC Studio

Outil de co-débogage des cas de test ayant échoué et de leur modèle sous test



https://github.com/lowcomote/Testing4DSLs

Conclusion



Publications: JOT 2020, SoSym 2021, MODELS 2022, SLE 2022

En cours de révision: JSS 2023 (SLE extension), SoSym 2023 (MODELS extension)

Un Environnement de Test pour les Langages Dédiés Exécutables

Faezeh Khorram

GDR-GPL 2022 Prix de thèse, l'accessit

NaoMod, LS2N, IMT Atlantique

Directeur de thèse

- Prof. Gerson SUNYE, Nantes Université, France

Encadrants

- Dr. Jean-Marie MOTTU, Nantes Université, France
- Dr. Erwan BOUSSE, Nantes Université, France

Soutenu le 12/12/2022