



Maat Re

DRT/LIST/DILS/LECS

Patrick.Tessier@cea.fr



Plan

- 1. Pourquoi les exigences?**
- 2. Preuve de concept : MaatRe**
- 3. La suite**



Qui? Pourquoi?

- ❑ Ingénieur Chercheur depuis 2006
 - ❑ Travail sur les lignes de produits
 - ❑ Expertise MBSE, UML, SysML, MARTE → SysMLV2
 - ❑ MBSE dans de nombreux projets industriels: automobile, énergie
- ❑ Responsable de l'outil Papyrus
 - ❑ 4.2 Millions lignes de codes
 - ❑ + 15 développeurs
 - ❑ Sous-traitances
- ❑ Retour d'expérience
 - ❑ **Séparation des métiers** entre développeur | concepteur | product owner
 - ❑ Certification scrum master: difficulté d'écrire les users stories.
 - ❑ Difficultés liées aux **exigences** dans les projets de développement ou recherche
 - ❑ Conceptions, codage, tests ok: difficultés en réalisant la **traçabilité**.
- ❑ Travail sur l'écriture exigences, l'aide au Business Analyst, certification IREB

Qualités visées à partir du langage naturel

Qualité	Description
Complet	L'ensemble d'exigences est autonome, c'est-à-dire qu'il décrit suffisamment les capacités, les caractéristiques ou les contraintes nécessaires pour répondre aux besoins de l'entité sans avoir besoin d'autres informations. En outre, l'ensemble ne contient aucune clause à définir (TBD), à spécifier (TBS) ou à résoudre (TBR).
Cohérent	L'ensemble d'exigences contient des exigences individuelles uniques qui n'entrent pas en conflit ou ne se chevauchent pas avec d'autres exigences de l'ensemble. Les unités et systèmes de mesure qu'elles utilisent sont homogènes. Le langage utilisé dans l'ensemble des exigences est cohérent, c'est-à-dire que le même mot est utilisé dans l'ensemble pour signifier la même chose.
Satisfiable	L'ensemble des exigences peut être réalisé dans le cadre des contraintes de l'entité (telles que le coût, le délai, la conformité technique, juridique ou réglementaire) avec un risque acceptable. Note : Le terme « Satisfiable » inclut le concept « Rentable ».
Compréhensible	L'ensemble des exigences doit être rédigé de manière à ce que l'on comprenne clairement ce que l'on attend de l'entité et de sa relation avec le système dont elle fait partie.
Susceptible d'être validé	Il doit être possible de montrer que la réalisation de l'ensemble d'exigences répondra aux besoins de l'entité dans le respect des contraintes (telles que le coût, le délai, la conformité technique, juridique ou réglementaire).



Vers le langage contrôlé:

EARS, Stimulus, cucumbers;

- L. Levi, S. Rahman, C-H Cheng, et A. Mavin. « Just Formal Enough? Automated Analysis of EARS Requirements ». In *NASA Formal Methods*, édité par Clark Barrett, Misty Davies, et Temesghen Kahsai, 10227:427-34. Cham: Springer International Publishing, 2017.
- B. Jeannet et F. Gaucher. « Debugging Embedded Systems Requirements with STIMULUS: an Automotive Case-Study ». In *8th European Congress on Embedded Real Time Software and Systems (ERTS 2016)*. TOULOUSE, France, 2016. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01292286>.
- K. Pohl et C. Rupp. *Requirements Engineering Fundamentals - A Study Guide for the Certified Professional for Requirements Engineering Exam: Foundation Level - IREB compliant*. rockynook, 2011.
- <https://cucumber.io/>

Services visés pour les exigences

- Extraction des exigences à partir des cahiers des charges
- Assistance à la création des cahiers des charges
- Fournir modèles préliminaires de conceptions (macro-composants, interactions, comportement)
- Aide au dépouillement des réponses par rapport à un cahier des charges.



Pas d'ambiguïté
Pas d'incohérence
Plus complet possible

Plan

- 1. Pourquoi les exigences?**
- 2. Preuve de concept: MaatRe**
- 3. La suite**



Analyse des exigences basée sur un langage contrôlé contenant des informations temporelles

■ Pourquoi





- ❑ Permettre la validation des systèmes temps réel critiques dès le début du cycle de développement
- ❑ Les exigences des systèmes temps réel sont souvent exprimées de manière informelle, ce qui augmente le risque d'exigences manquantes ou contradictoires.
- ❑ La validation des aspects temporels et de la concurrence des processus doit être correctement prise en compte.

➤ **MAAT RE 1.0**: une Preuve de Concept pour améliorer les exigences en utilisant des techniques formelles d'analyse et de test :

- ❑ Grammaire dédiée à l'expression des exigences fonctionnelles des systèmes temps réel
- ❑ Intègre les recommandations des organismes de normalisation
- ❑ Analyse basée sur des modèles d'algèbre de processus cadencés

- M. Arnaud, B Bannour, A.Lapitre, G. Giraud. « Investigating Process Algebra Models to Represent Structured Requirements for Time-Sensitive CPS », 291-96, 2021.
- B. Bannour, B., Arnault Lapitre, Patrick Tessier, et G. Giraud. « Demonstrating The MAAT REQ Tool: Using Algebraic Process Models To Support Time-Sensitive Requirements Design. », 2022.

Exemple illustratif: système d'alarme

- the system is started by pressing the **set button**. 
- the alarm is activated **after** 60s to allow for some time to leave the area when **motion is detected**, 
- the system shall **emit a tone** until system is disarmed or reaches the end of the alarm duration of 300s 
- when the alarm reaches duration of 300s, the system shall wait for the alarm disarm to restart
- ... 

EXIGENCES
FONCTIONNELLES
LANGAGE NATUREL

COHERENT ?
COMPLET ?



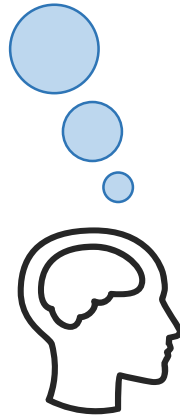


ILLUSTRATIVE EXAMPLE : ALARM SYSTEM ↓

- ❑ the system is started by pressing the **set button**.
- ❑ the alarm is activated **after** 60s to allow for some time to leave the area
- ❑ when **motion is detected**, the system shall **emit a tone** until system is disarmed or reaches the end of the alarm duration of 300s
- ❑ when the alarm reaches duration of 300s, the system shall wait for the alarm disarm to restart
- ❑ ...

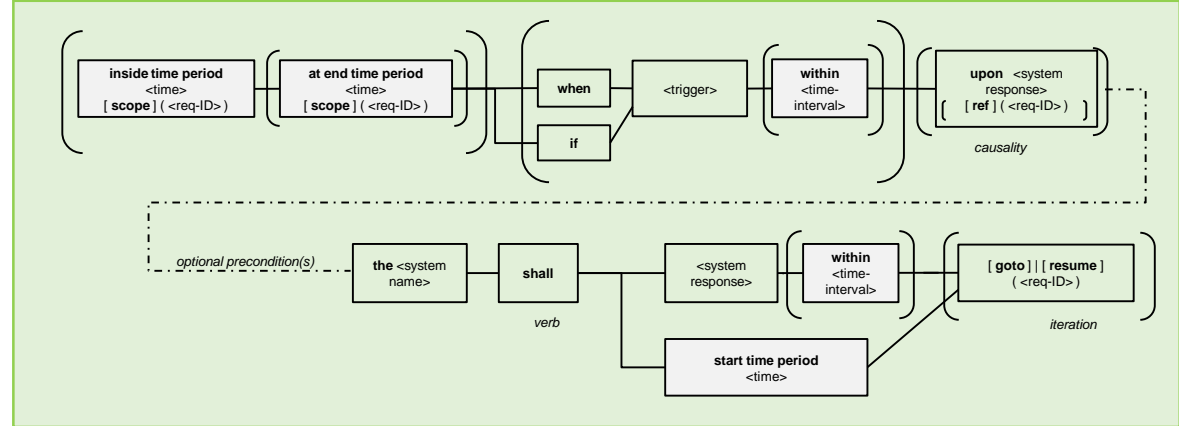


NATURAL LANGUAGE FUNCTIONAL REQUIREMENTS

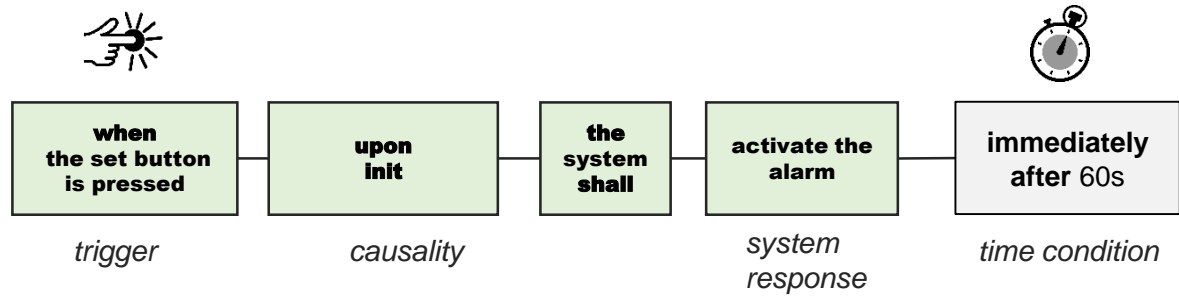


Elicit Functional Requirements and Time Constraints

Rephrase Timed Requirements



GRAMMAR CONCEPTS

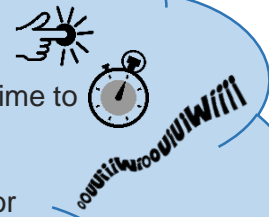


STRUCTURED REQUIREMENTS

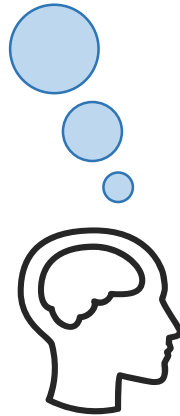


ILLUSTRATIVE EXAMPLE : ALARM SYSTEM ↓

- ❑ the system is started by pressing the **set button**.
- ❑ the alarm is activated **after** 60s to allow for some time to leave the area
- ❑ when **motion is detected**, the system shall **emit a tone** until system is disarmed or reaches the end of the alarm duration of 300s
 - ❑ when the alarm reaches duration of 300s, the system shall wait for the alarm disarm to restart
 - ❑ ...

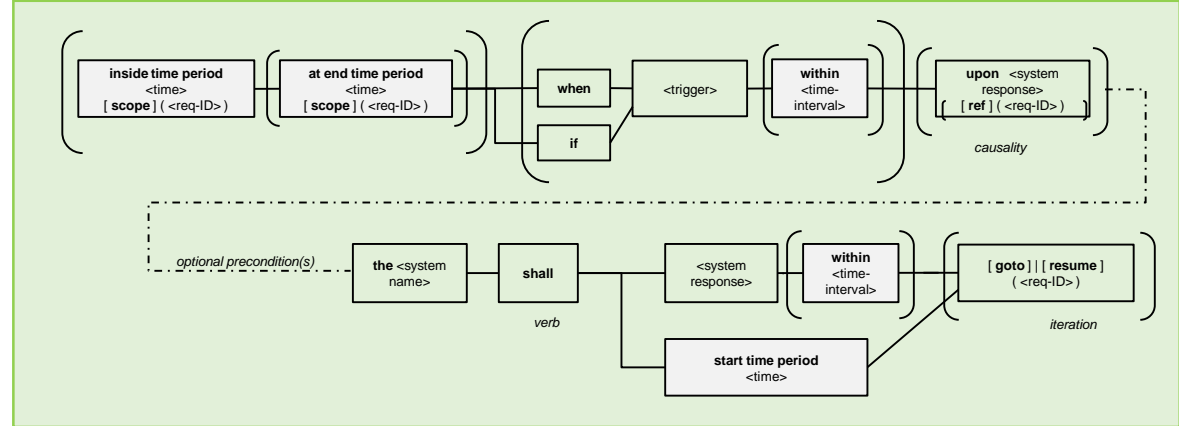


NATURAL LANGUAGE FUNCTIONAL REQUIREMENTS

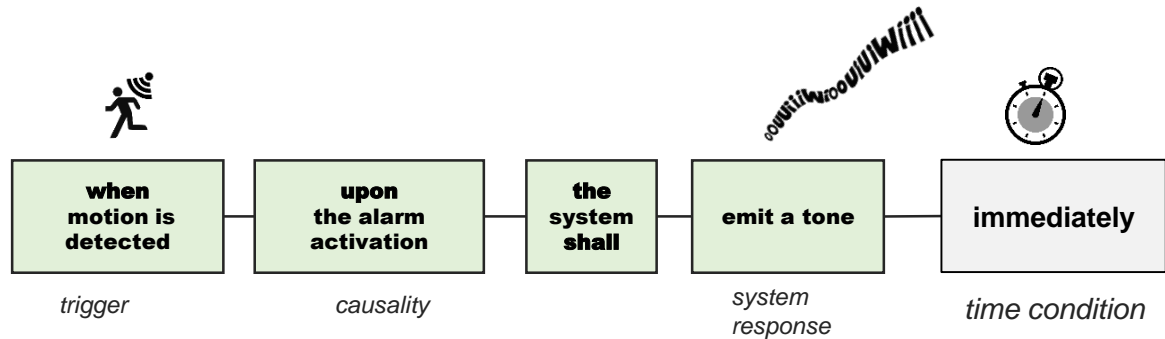


Elicit Functional Requirements and Time Constraints

Rephrase Timed Requirements



GRAMMAR CONCEPTS



STRUCTURED REQUIREMENTS



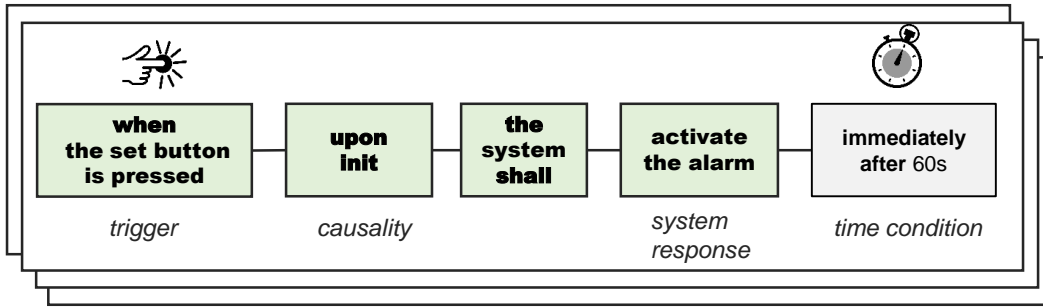
1



2

Elicit Functional Requirements and Time Constraints

Rephrase Timed Requirements



R0, R1, ...
STRUCTURED
REQUIREMENTS

5

Requirements Quality Review

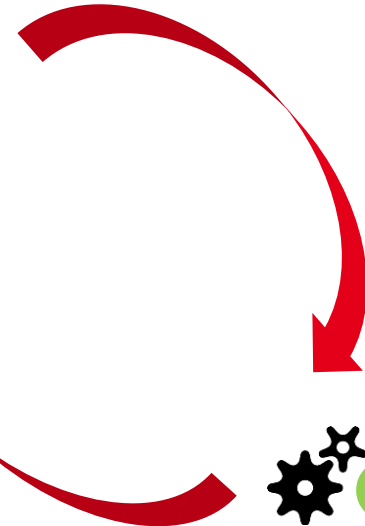
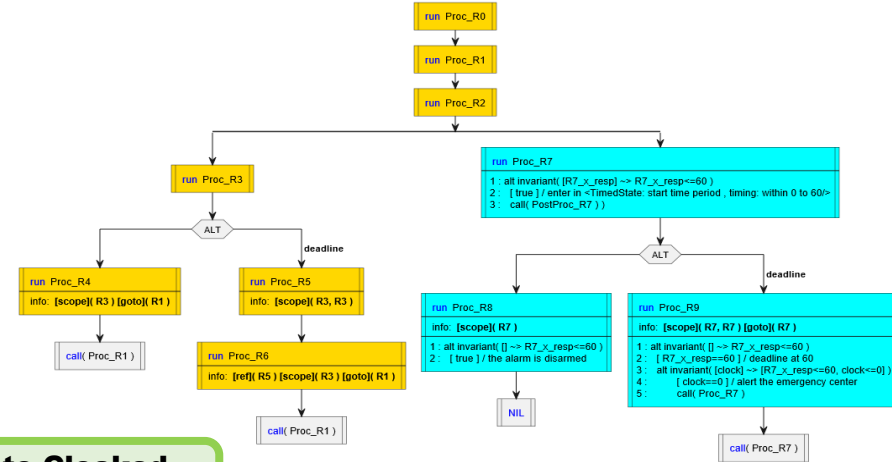


Requirements APPROVED

CLOCKED
PROCESS
MODEL



Transform to Clocked
Process Algebra



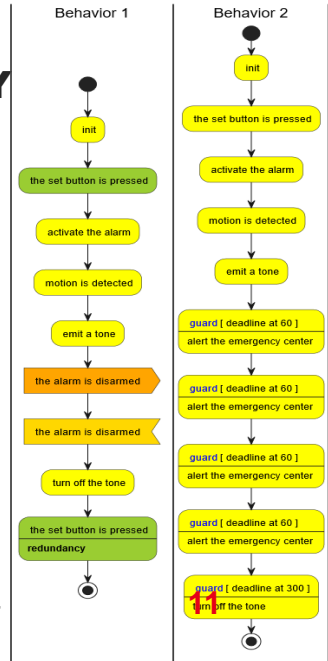
Analyse Clocked
Process Algebra

CONSISTENCY
COVERAGE
REPORT

Req : R0-R9 without R6
FORMAL ANALYSIS
 Strategy : DFS
 Step count : 421 / max : 421
 Height max : 394
 Redundancy count : 57
 Deadlock count : 34
 Sync Failures : 34

Req : R0-R9
COVERAGE REPORT
 Trigger actions : 11/11
 Strategy : BFS
 Step count : 30 / max : 42
 Height max : 33
 Deadlock count : 0

SEMANTIC
ANALYSIS



03/06/2024



Capture d'écran

MAAT RE MaatRE EDITOR

Inputs and Outputs Save File Select file

Editor

```
1 Glossary:
2 Event:
3 A1: event from A
4 A2: event from A
5 Action:
6 A: a
7 B: b
8 C: c
9 D: d
10 Components:
11 the system:system
12 Requirements:
13 Req001:the system shall do A.
14 Req002:when A1 upon A, the system shall do B.
15 Req003:when A2 upon A, the system shall do C.
16
17
```

MAAT RE MaatRE RESULTS v0.1.0

Diagrams

Simpleuml

```
graph TD
    Start(( )) --> Req001[Req001 : the system shall A]
    Req001 --> ALT{ALT}
    ALT --> Req002[Req002 : when A1 upon A, the system shall B]
    ALT --> Req003[Req003 : when A2 upon A, the system shall C]
    Req002 --> End1((( )))
    Req003 --> End2((( )))
```

Infos

Info about coverage1

COVERAGE REPORT

Coverage : 6 / 6

EVAL REPORT

Strategy : BFS
Redundancy : SEMANTIC_SUBSET
Step count : 6 / max: 100
Height max : 10
Redundancy count : 0
Deadlock count : 0
Unsatisfiable Invariant count : 0
Unsatisfiable Guard count : 0

Plan

1. Pourquoi les exigences?

2. Preuve de concept: MaatRe

3. La suite

- NLP
- LLM
- Nouveaux type d'exigence



Ajout du NLP

- Travail avec le DIASI/LASTI

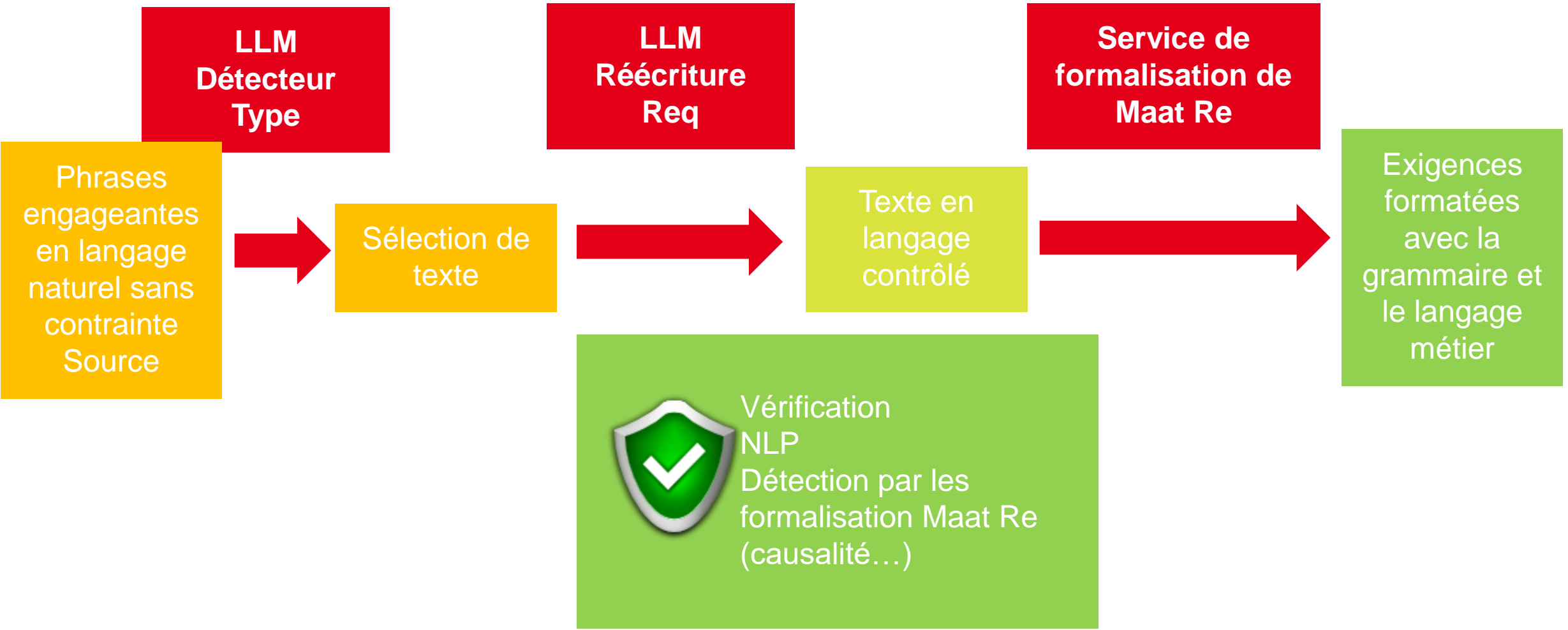
LIMA, un analyseur linguistique multilingue

#analyse de texte #analyseur linguistique #contrôle de contenus #deep learning #GED

LIMA est l'analyseur linguistique multilingue développé par le CEA-List. Il s'utilise pour des applications de veille, de GED, de production et de synthèse de rapports ainsi que pour le contrôle de contenus (sur les réseaux sociaux, par exemple). Il est disponible en 60 langues et figure parmi les meilleurs outils du monde pour traiter le français, l'arabe et l'anglais.

- Se rapprocher du langage naturel
- Détecter les évènements endogènes issus des actions sans l'effet langage de programmation
- Utiliser les distances sémantiques BERT
 - Ajout dans le glossaire des liens entre évènements et actions
 - Détecter les actions qui sont proches

Utilisation des LLMs



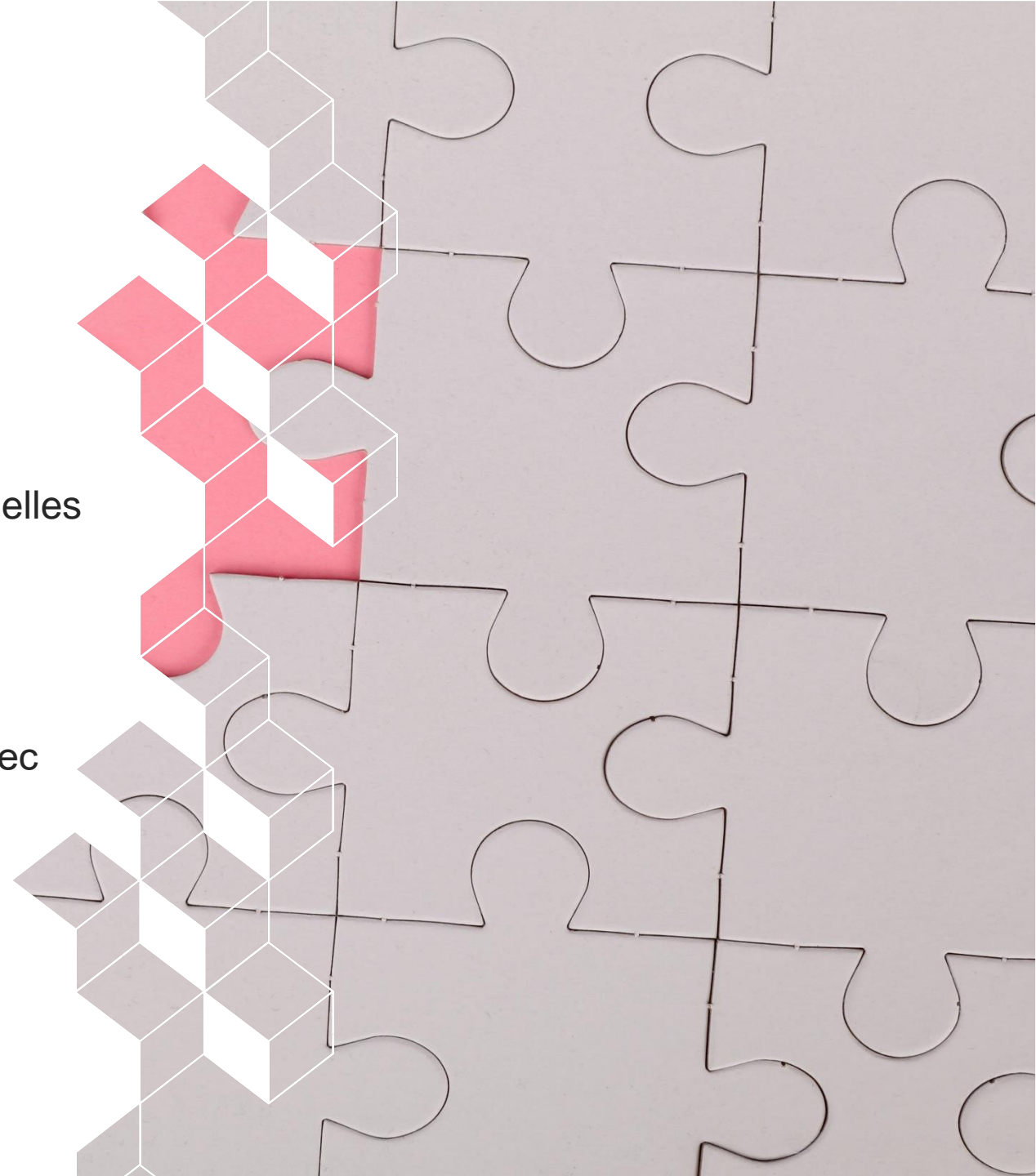
Nouveaux types d'exigences

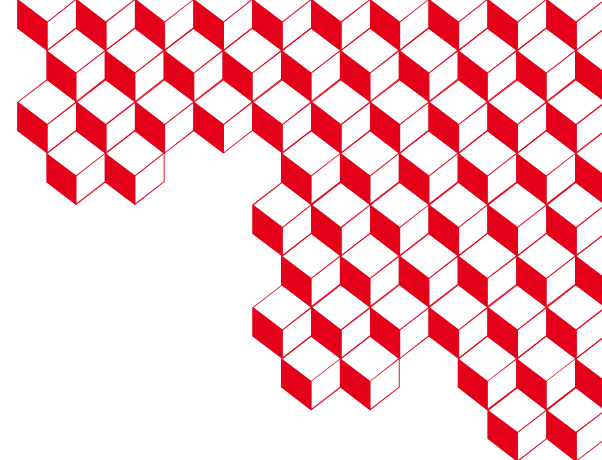
- Type d'exigence= {langage-contrôlé+ formalisme+ analyse}
- Propriété sur les structures, exigences de composition d'éléments
 - Basé sur des templates
 - Voir le formalisme à utiliser: ontologies, solvers de contraintes....
- Etudier la couverture d'exigences traitées sur les corpus d'exigences internes et externe.



Conclusion

- ❑ Preuve de concept MaatRe
 - ❑ Du langage naturel vers du langage contrôlé en essayant de prouver la cohérence au maximum
- ❑ PostDoc
 - ❑ Hybridation des LLMs avec des techniques formelles
- ❑ CDD
 - ❑ Travail sur les relations entre les exigences (inclusion, causalité...)
- ❑ Proposition de sujet de thèse l'année prochaine avec un encadrant universitaire





Merci

<https://list.cea.fr/>

Centre d'intégration Nano-INNOV

2 Boulevard Thomas Gobert

91120 PALAISEAU

Patrick.Tessier@cea.fr

Standard. + 33 1 69 08 48 63