

# L'ingénierie des exigences et les hypothèses :

de la construction incrémentale aux approches guidées par les données

Strasbourg

04/06/2024

- Thomas Lambolais,
- Anne-Lise Courbis,
- Jialiang Wei

[prenom.nom@mines-ales.fr](mailto:prenom.nom@mines-ales.fr)



# Idée / Objectifs

On sait que :

- Les phases amonts sont (parmi) les plus difficiles et les plus importantes
- La description de l'environnement joue un rôle principal

Et pourtant :

- Les cahiers des charges sont encore trop négligés
- Les **propriétés du domaine** et **hypothèses** sont presque oubliées.

Objectif :

- Faciliter et exploiter l'écriture des objectifs et des **hypothèses**

# Plan

1. **Construction incrémentale de modèles d'objectifs**
  1. Rappels, constats
  2. Pourquoi autant d'erreurs ?
  3. Comment réagir ?
  4. Construction incrémentale : deux exemples
2. **IE guidée par les données : quelques résultats et prototypes**
  1. Principe
  2. Génération de sous objectifs
  3. User Reviews
  4. Génération d'interfaces graphiques
3. **Conclusion**

# 1. Construction incrémentale

## 1.1 Rappels, constats

Les erreurs en phase d'IE sont :

### ■ Les plus coûteuses

Erreur détectée	Coût de réparation
Analyse	1
Conception	5
Codage	10
Tests	20
Exploitation	200

### ■ Les plus nombreuses

67 % : erreurs de spécification

33 % : erreurs de codage.

### ■ Les plus dangereuses

- NASA
- Ariane 5
- Boeing 757 en 1995 (Cali --- Colombie)
- Boeing 737 MAX en 2018 et 2019
- ...

### ■ Les plus tenaces

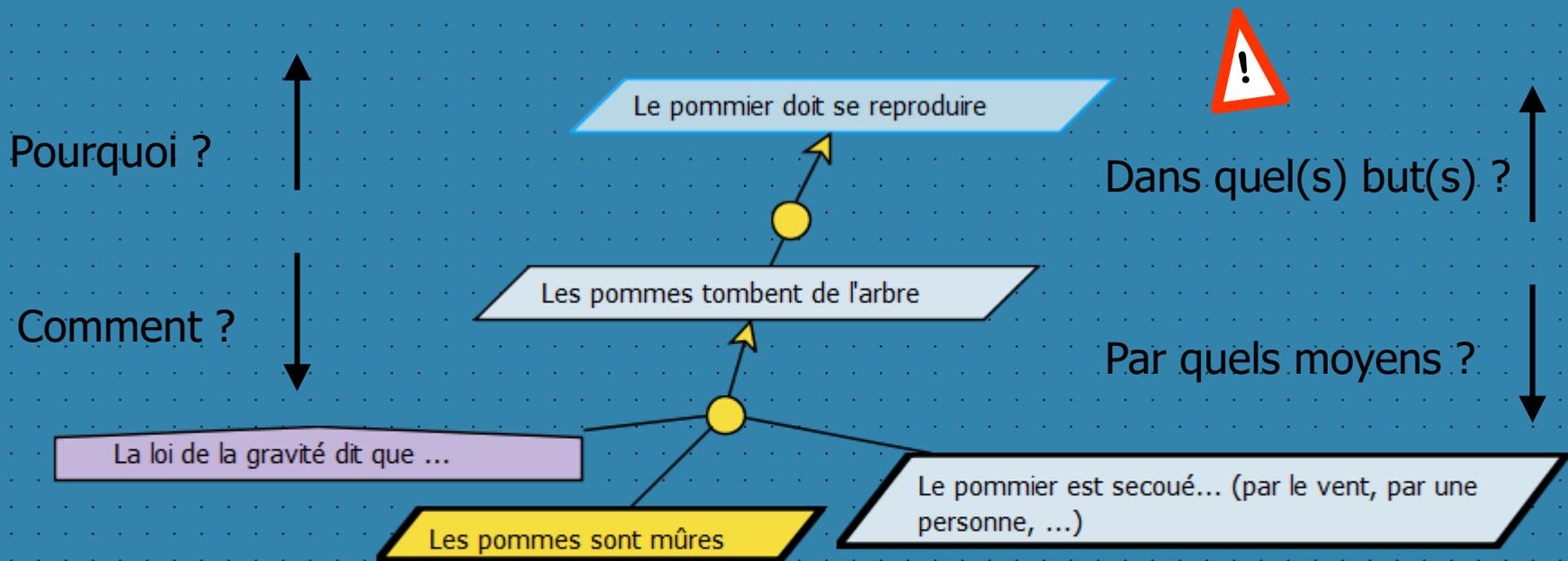
- 45 % des erreurs après livraison
- sont des erreurs de spécification.

## 1.2 Pourquoi autant d'erreurs ?

### L'ingénierie des exigences est difficile ?

- Diversité des domaines, des activités, des acteurs, ...
- Interviews faites par des ingénieurs
- Rédaction faite par des ingénieurs
- Moteurs de construction des modèles d'objectifs :
  - Questions :
    - Pourquoi
    - Comment
    - Quoi

# Distinction pourquoi / comment



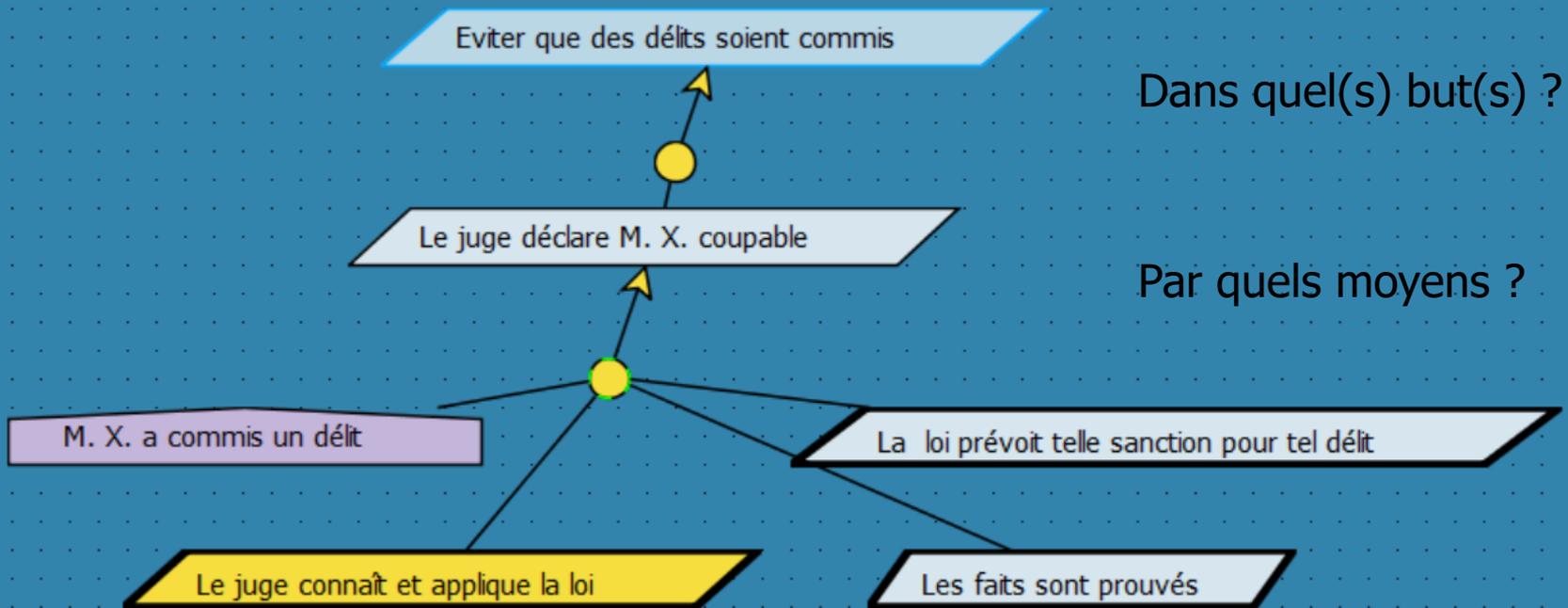
Si la loi dit que ... , si les pommes sont mûres, et si le pommier est secoué  
 alors Les pommes tombent de l'arbre...

Pourquoi

Pourquoi faire ?

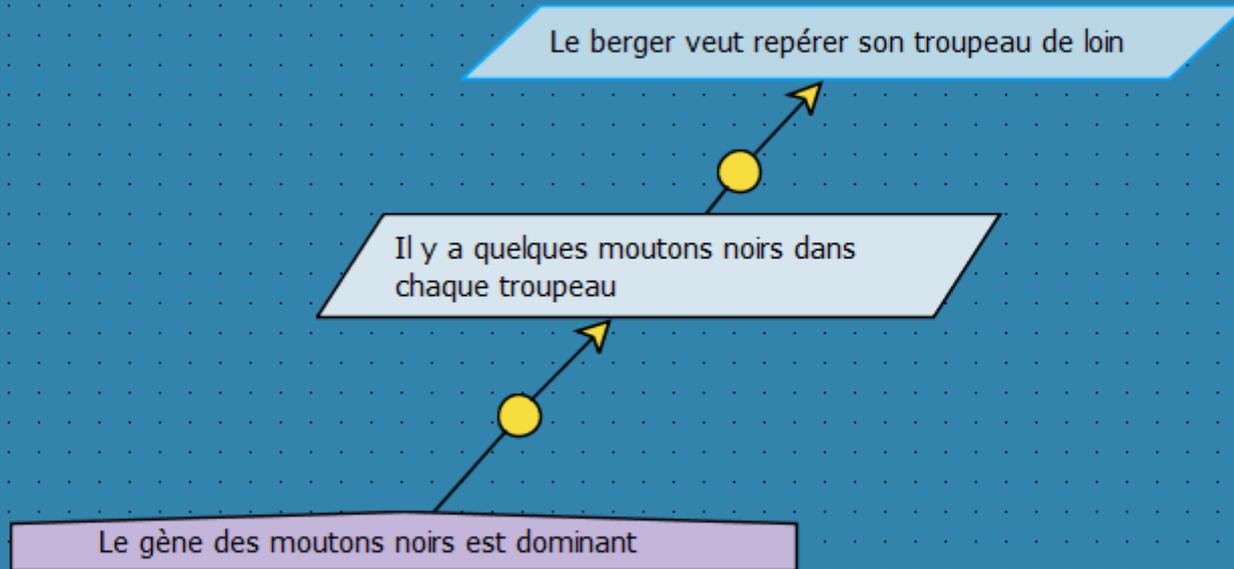
Comment se fait-il que ?

# Distinction pourquoi / comment



Pourquoi  $\begin{cases} \rightarrow \text{Pourquoi faire ?} \\ \rightarrow \text{Comment se fait-il que ?} \end{cases}$

# Distinction pourquoi / comment



## 1.2 Pourquoi autant d'erreurs ?

- Un cahier des charges nous demande de faire des énoncés sur ce qui n'a pas encore été conçu...
- Or, si « *ce qui se conçoit bien s'énonce clairement* », comment énoncer clairement ce qui n'a jamais été conçu ?

⇒ Option la plus raisonnable :

- énoncer le domaine existant
- Énoncer **ce que les utilisateurs/l'env. doivent faire pour le futur système : hypothèses**
- Faire une première conception... pour revoir les énoncés.

## 1.2 Pourquoi autant d'erreurs ?



- **Hypothèse.** Deux acceptions
  - Théorie spéculative, que l'on va confronter à l'expérience, ou à d'autres études théoriques : **conjecture**
  - Conditions d'utilisation ou d'application : **hypothèse simplificatrice**.
    - Par exemple, on veut montrer que si  $p$  est vrai alors  $q$  est vrai. On montre, dans un cadre réduit (sous l'hypothèse  $H$ ) :

$$H, p \vdash q$$

## 1.2 Pourquoi autant d'erreurs ?

- Définir les **hypothèses** (expectations) ?

Objectifs sous **la responsabilité d'agents de l'environnement**  
= exigences du système sur son environnement

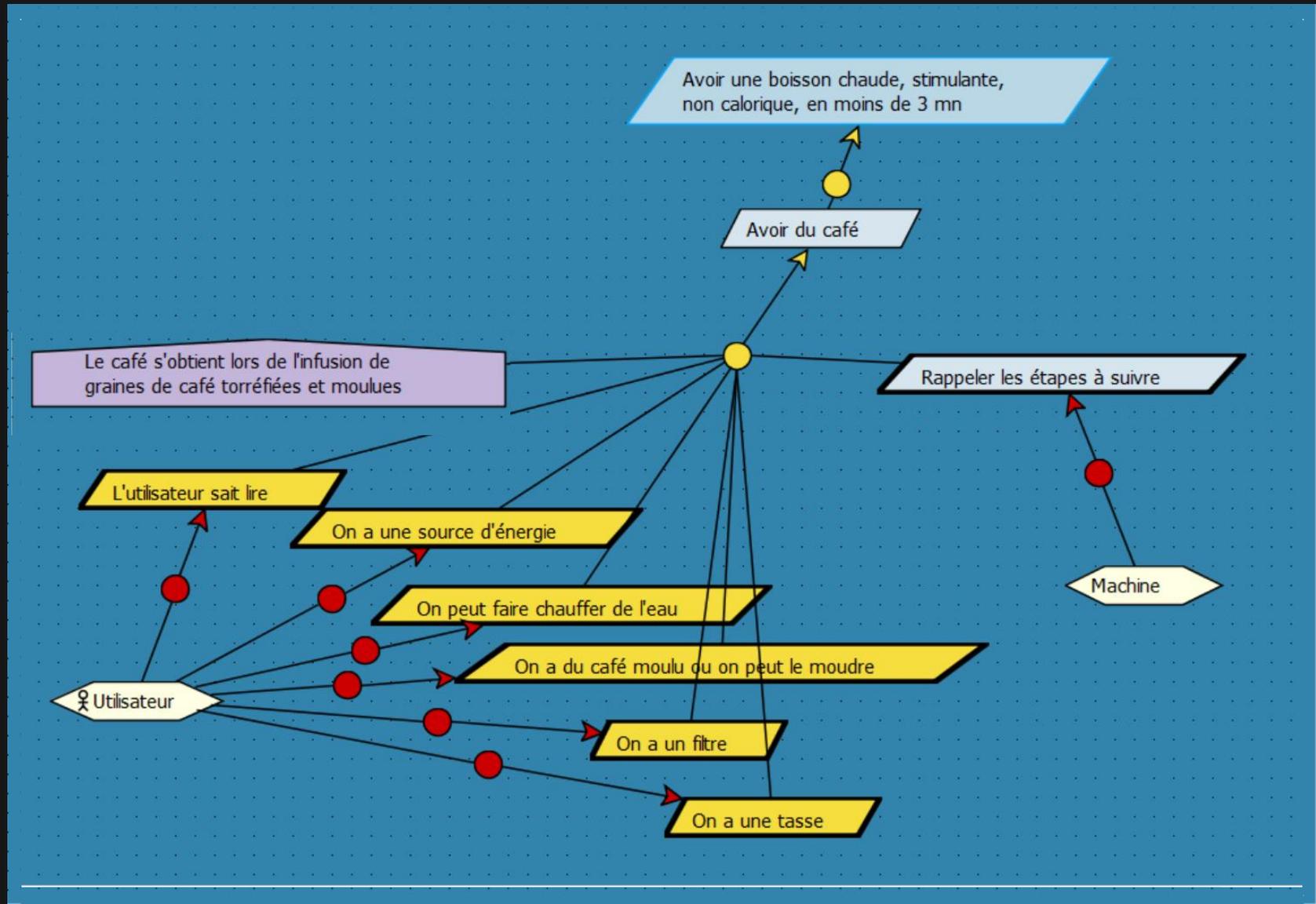
Plus difficiles à identifier que les objectifs sur le système :

- C'est ce que le système ne fait pas, mais qui est utile pour la finalité
- Soit **trop évidentes** (ex. porter le téléphone sur soi, lancer l'application, ...)
- Soit **irrecevables**

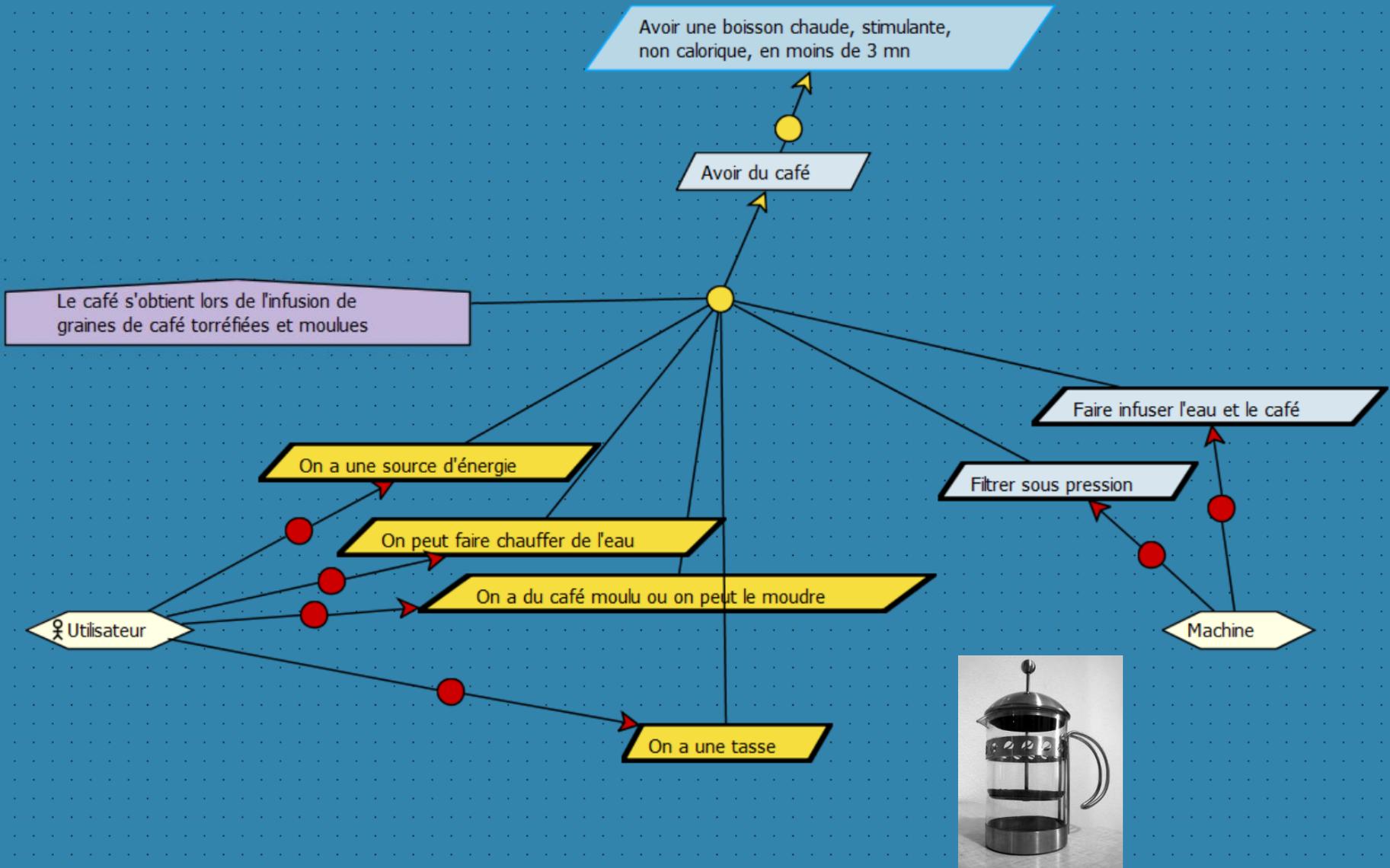
# 1.3 Comment réagir ?

- Erreurs les plus nombreuses, les plus dangereuses, ... ⇒
  
- « *Tout faire pour éviter les erreurs* » ?
  - Modèles rigoureux
  - Prévenir les erreurs : détection et correction précoces
  
- « *De toute façon les erreurs sont inévitables* », donc :
  - Accepter (provisoirement) l'erreur, l'approximation
  - Apprendre de ses erreurs
  - ...
  - Faire des brouillons :
    - On sait que c'est sans doute erroné
    - On identifie déjà des points mal formulés, sur lesquels **on** **reviendra**.
    - Construction **incrémentale** basée sur les **hypothèses**.

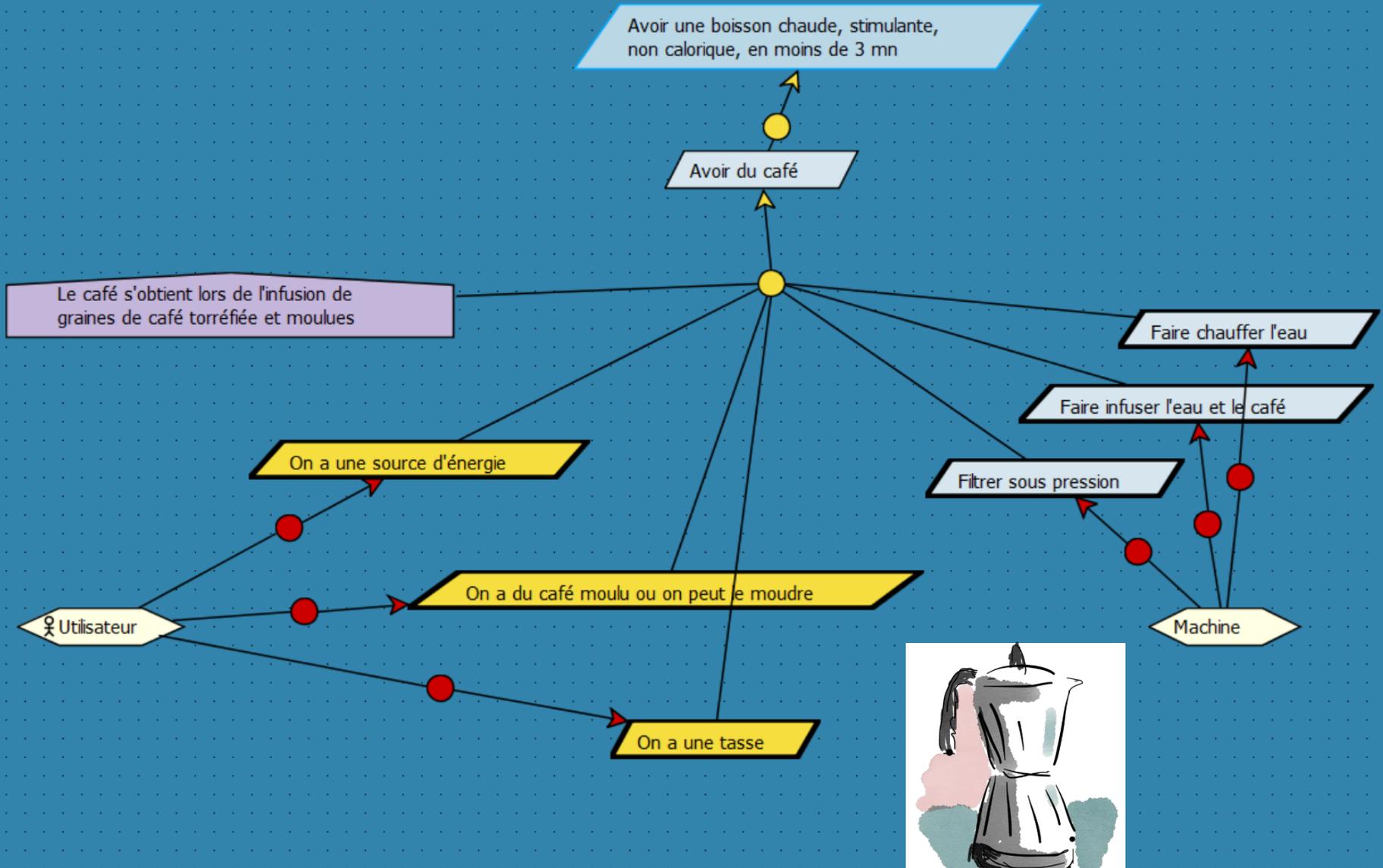
## 1.4 Construction incrémentale : exemple 1.



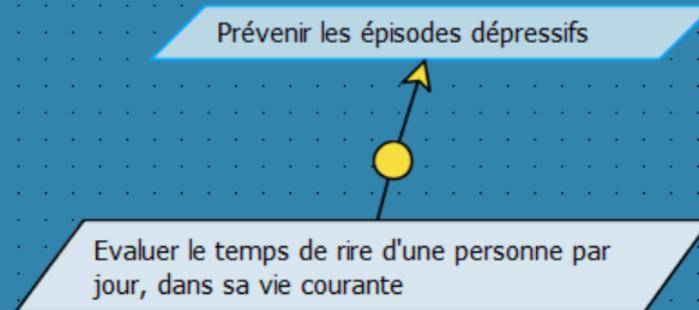
# 1.4 Construction incrémentale : exemple 1.



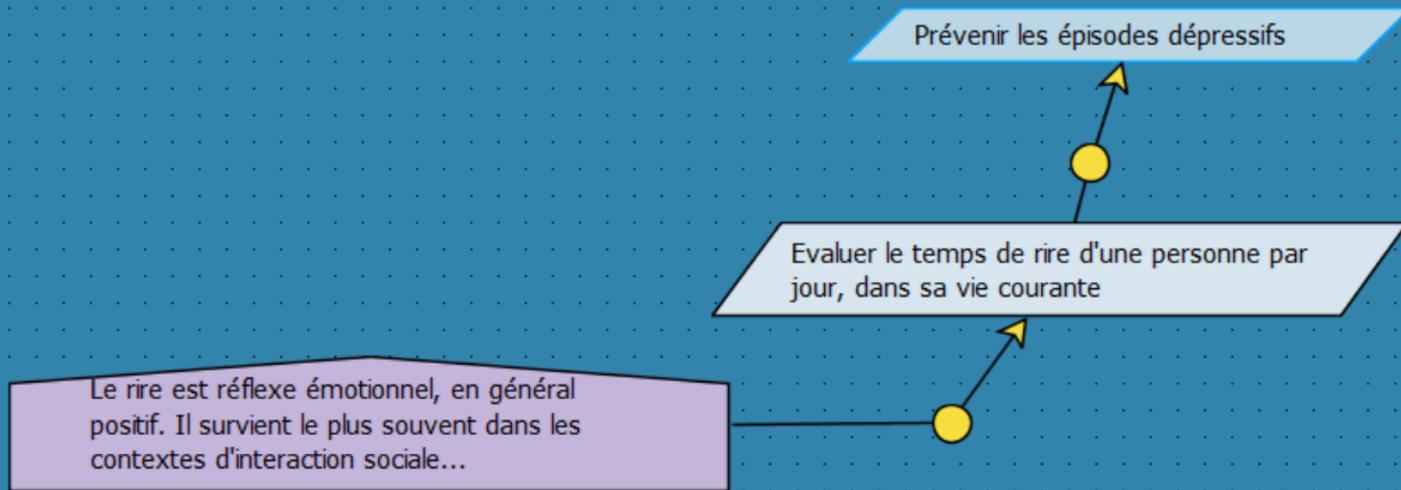
# 1.4 Construction incrémentale : exemple 1.



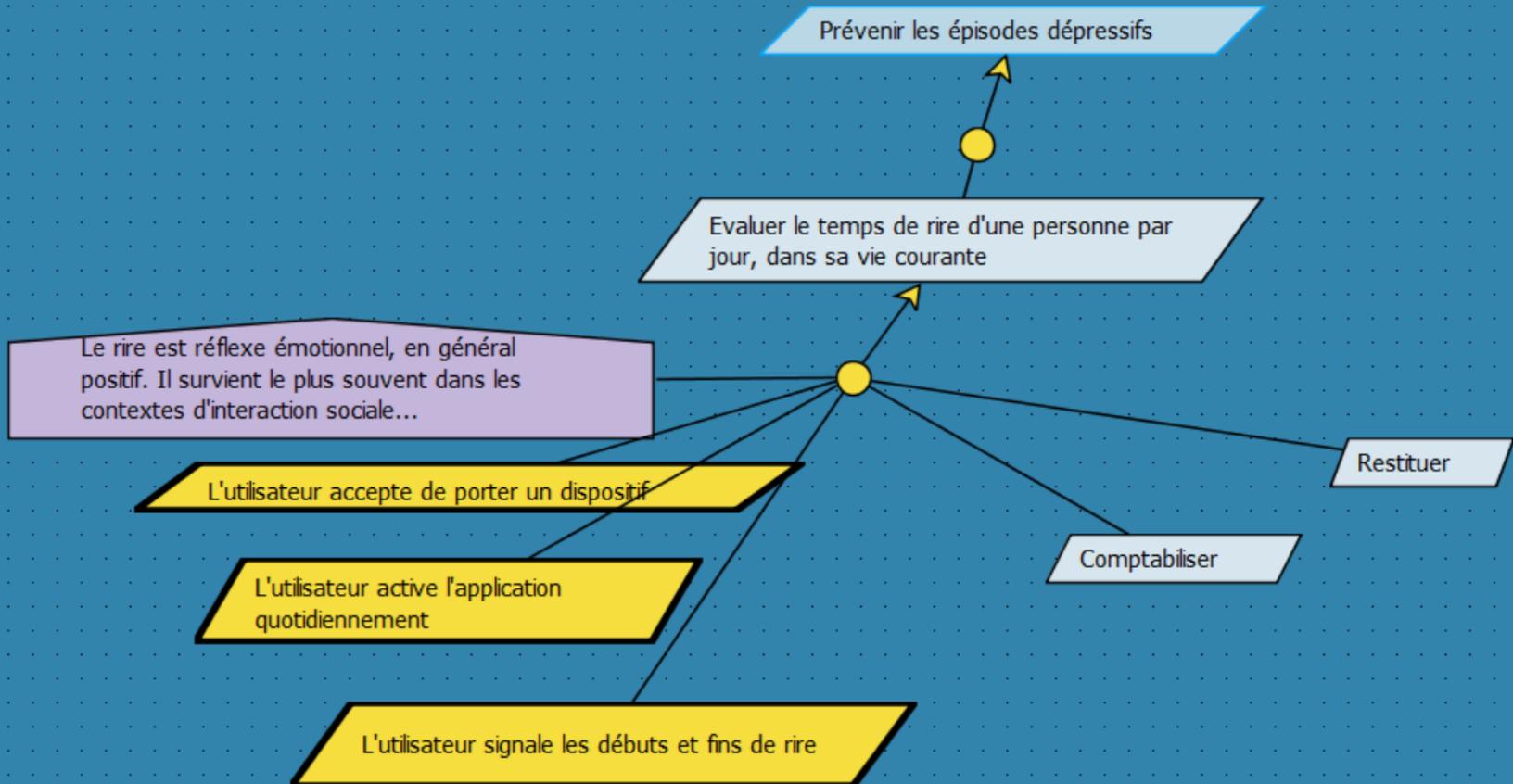
## 1.5 Construction incrémentale : exemple 2.



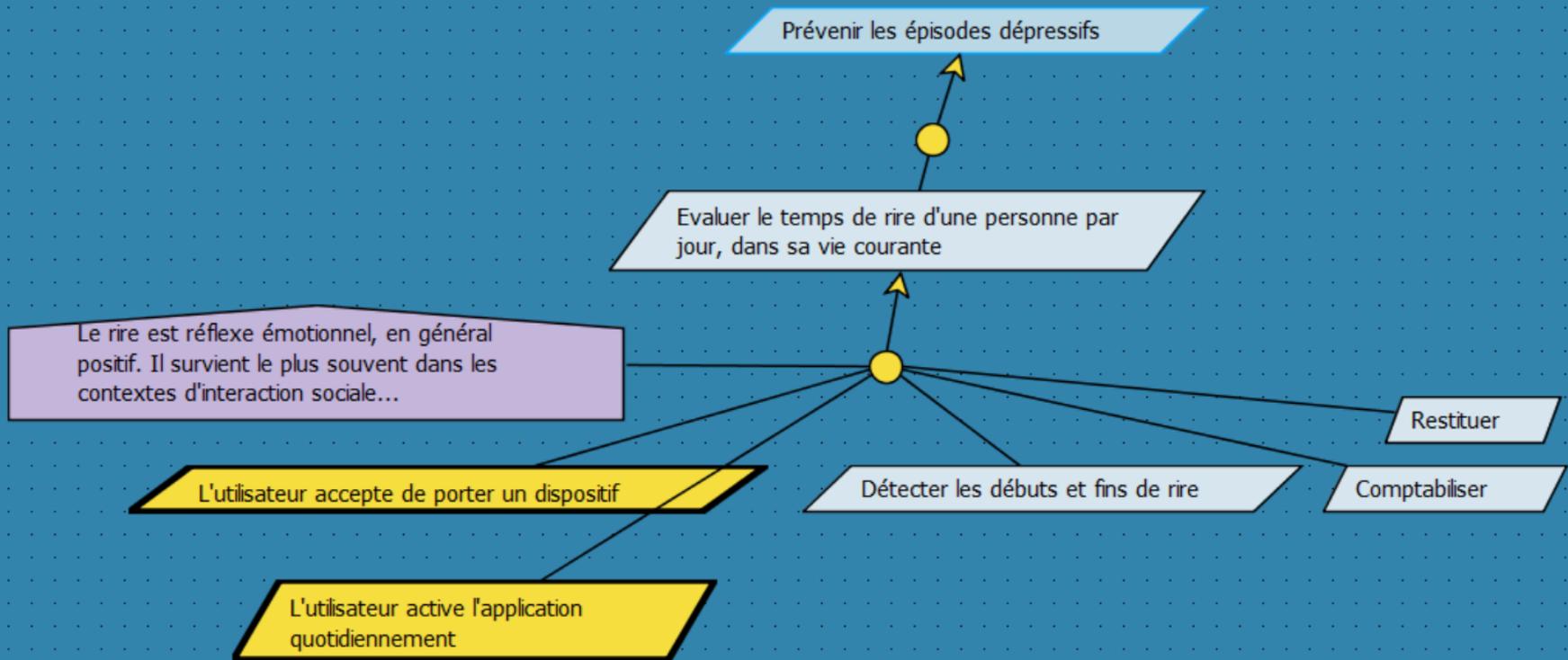
## 1.5 Construction incrémentale : exemple 2.



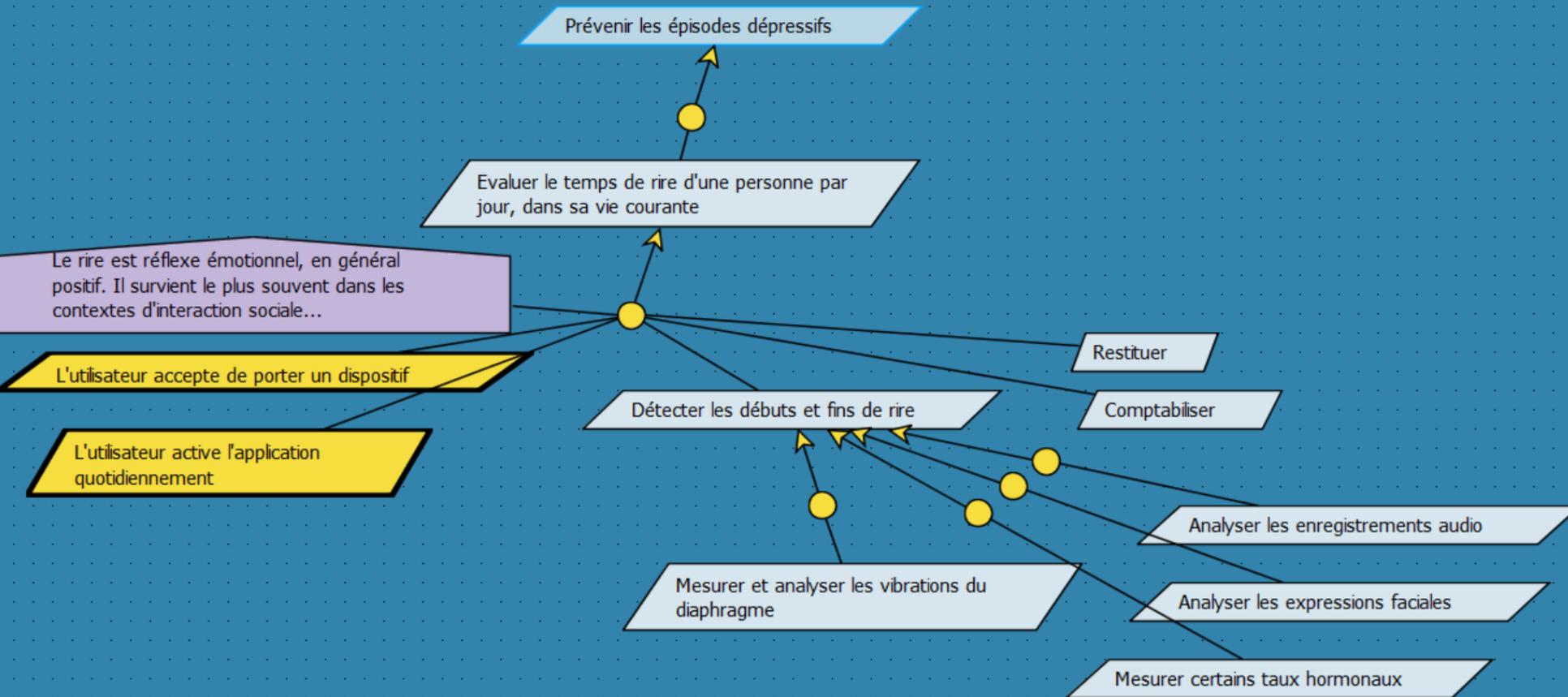
# 1.5 Construction incrémentale : exemple 2.



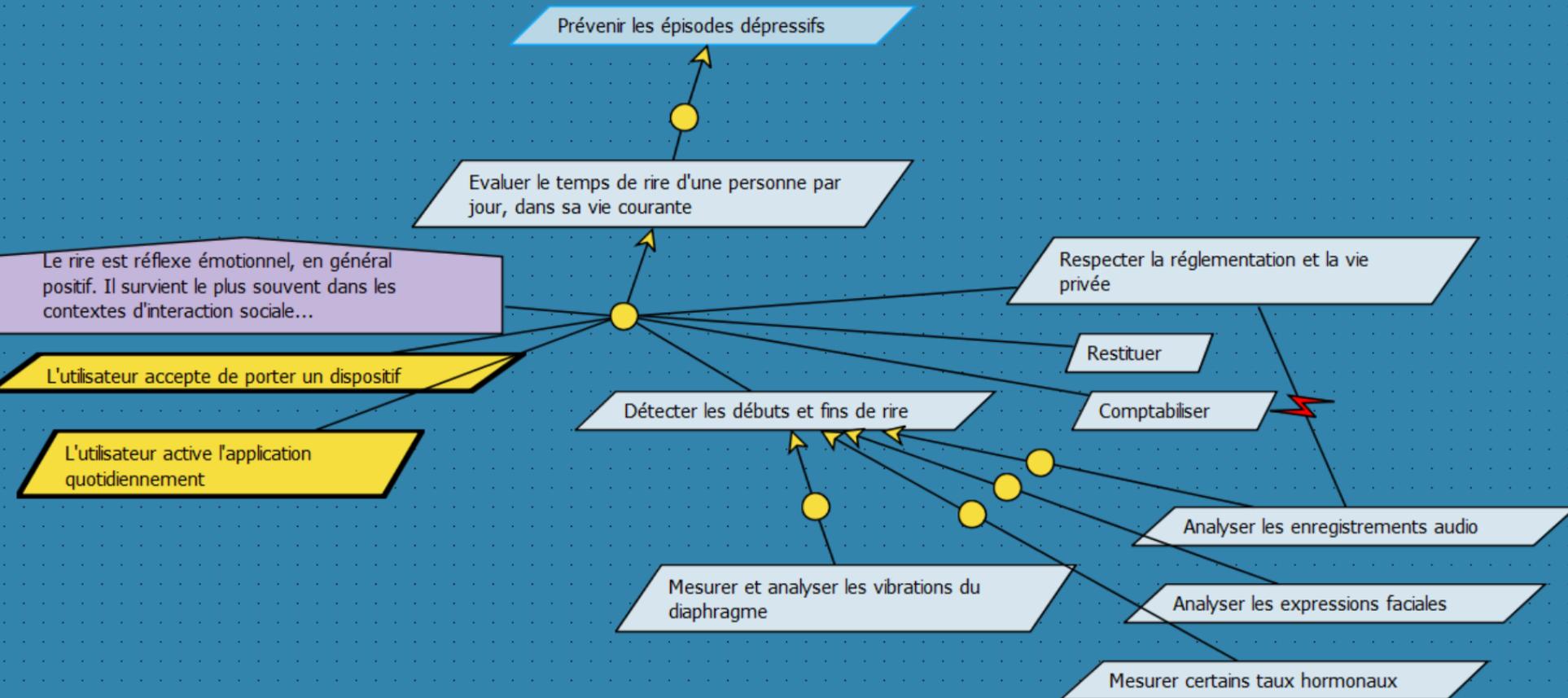
# 1.5 Construction incrémentale : exemple 2.



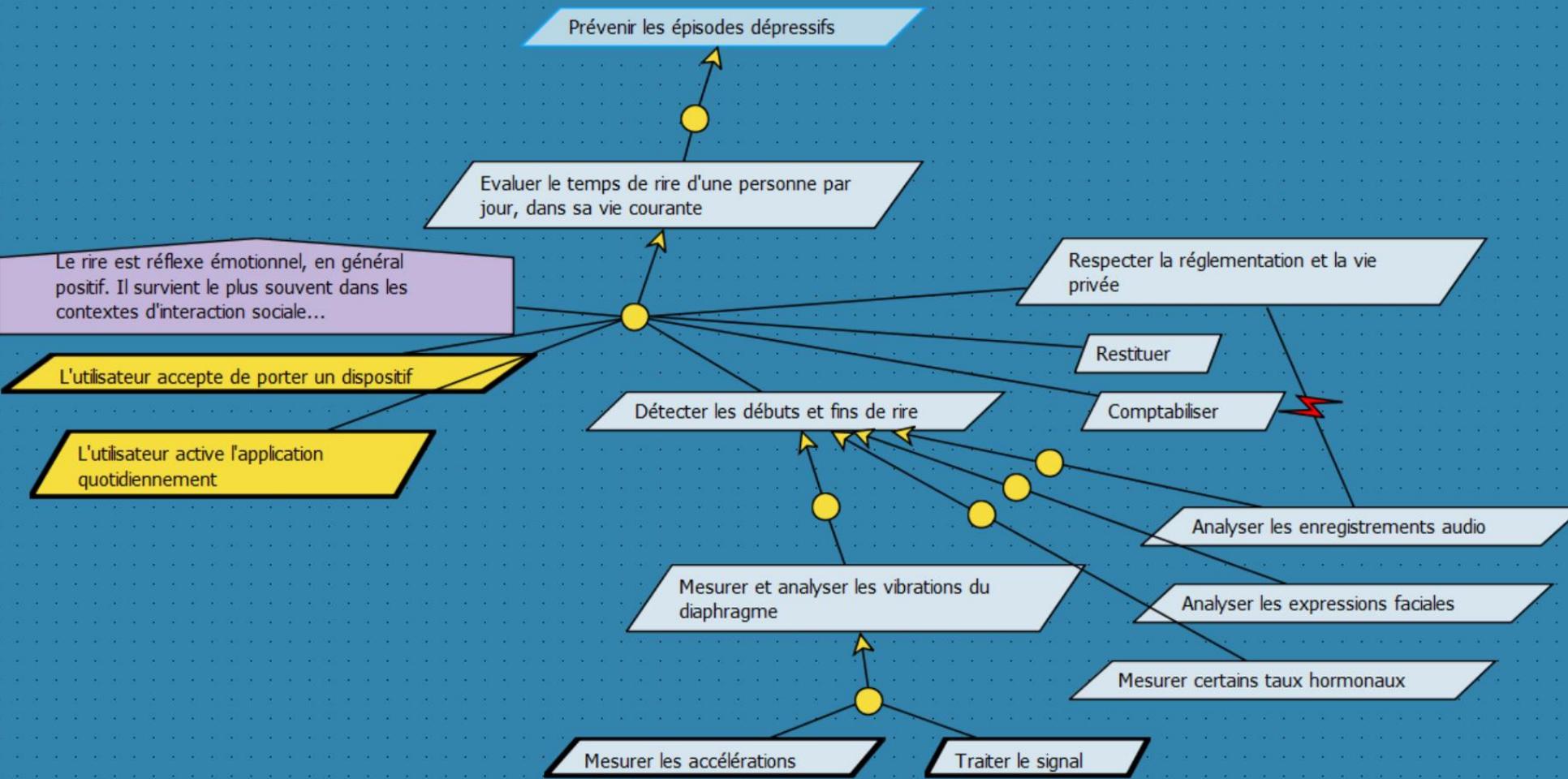
# 1.5 Construction incrémentale : exemple 2.



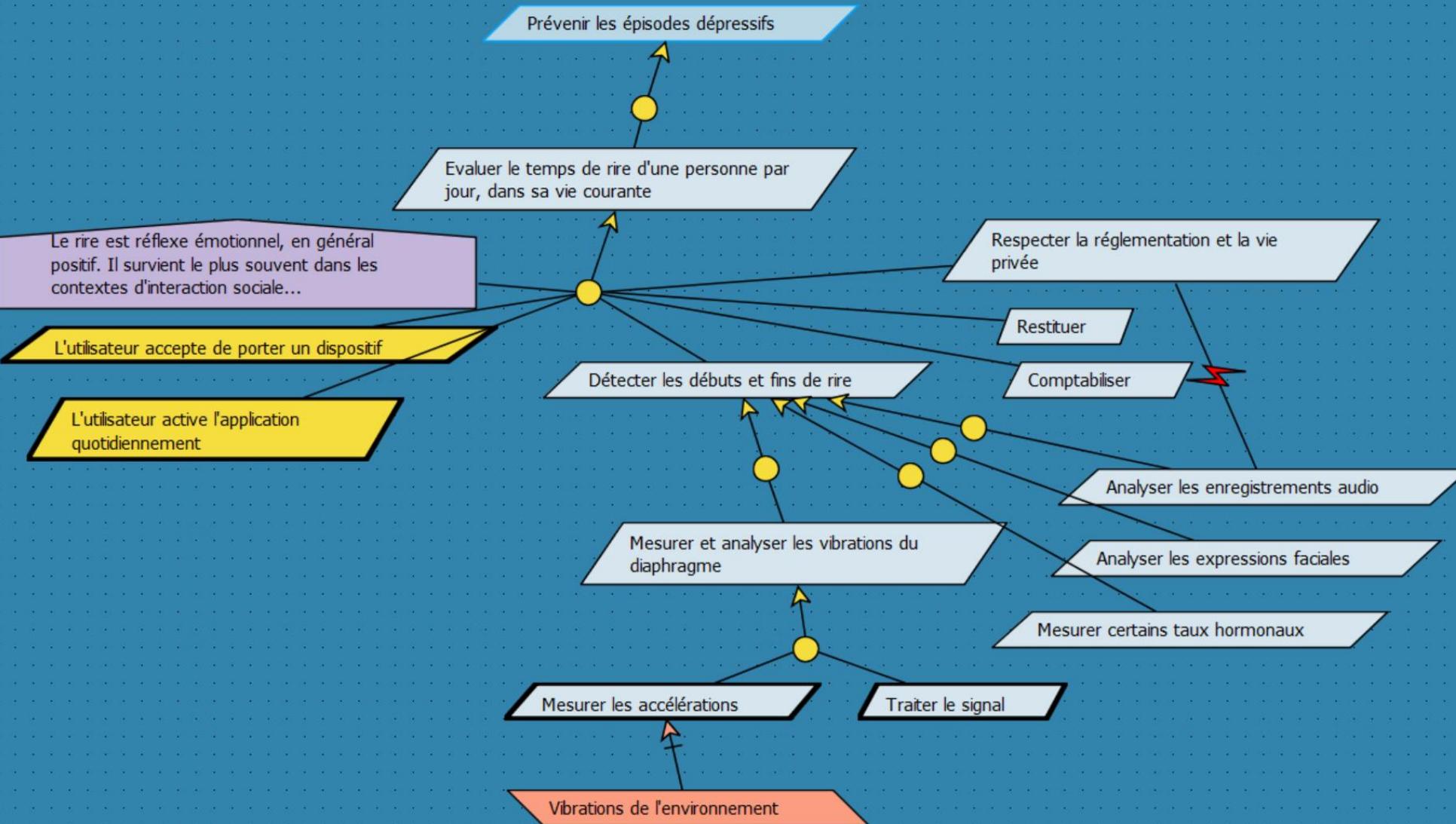
# 1.5 Construction incrémentale : exemple 2.



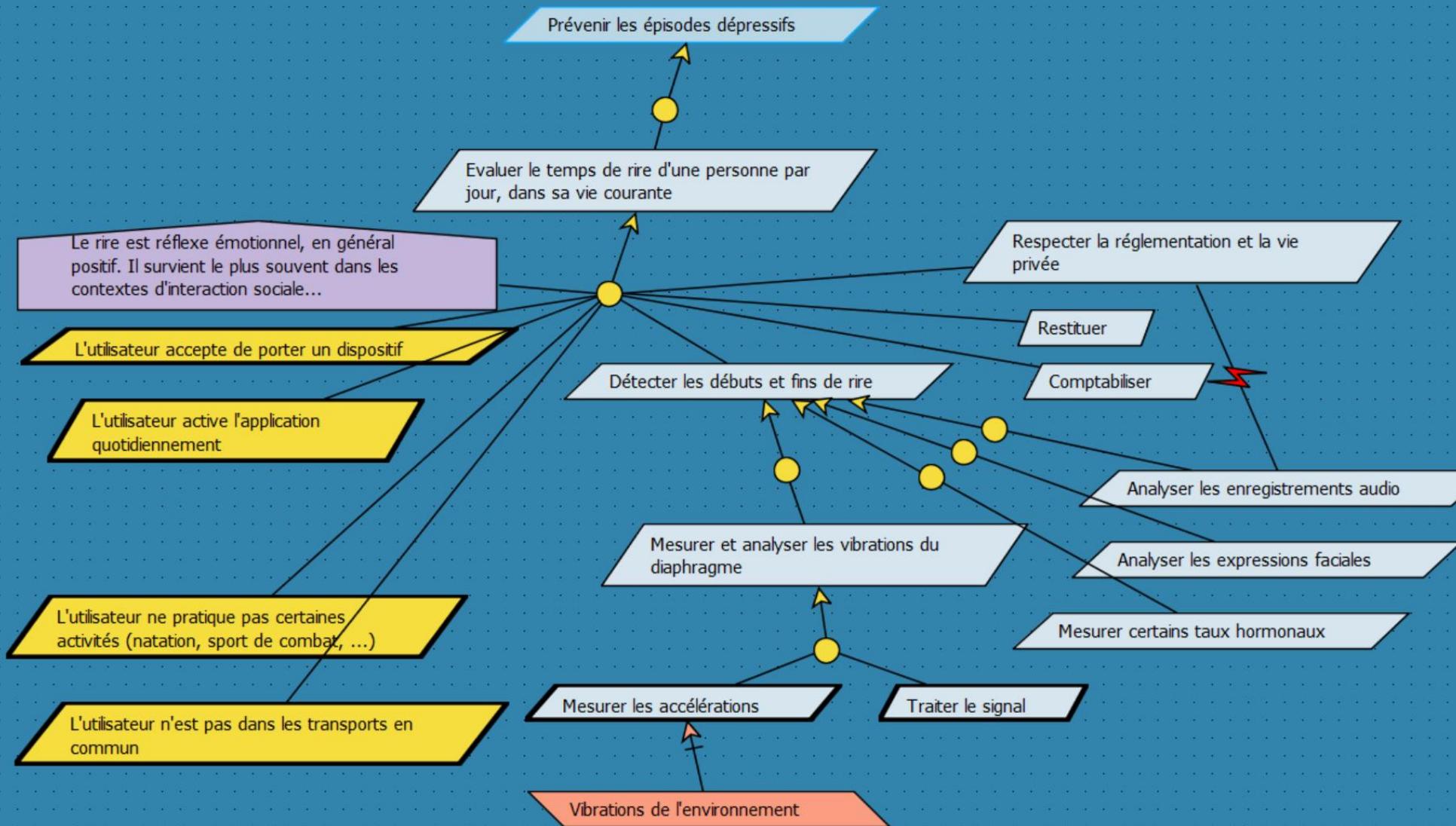
# 1.5 Construction incrémentale : exemple 2.



# 1.5 Construction incrémentale : exemple 2.



# 1.5 Construction incrémentale : exemple 2.

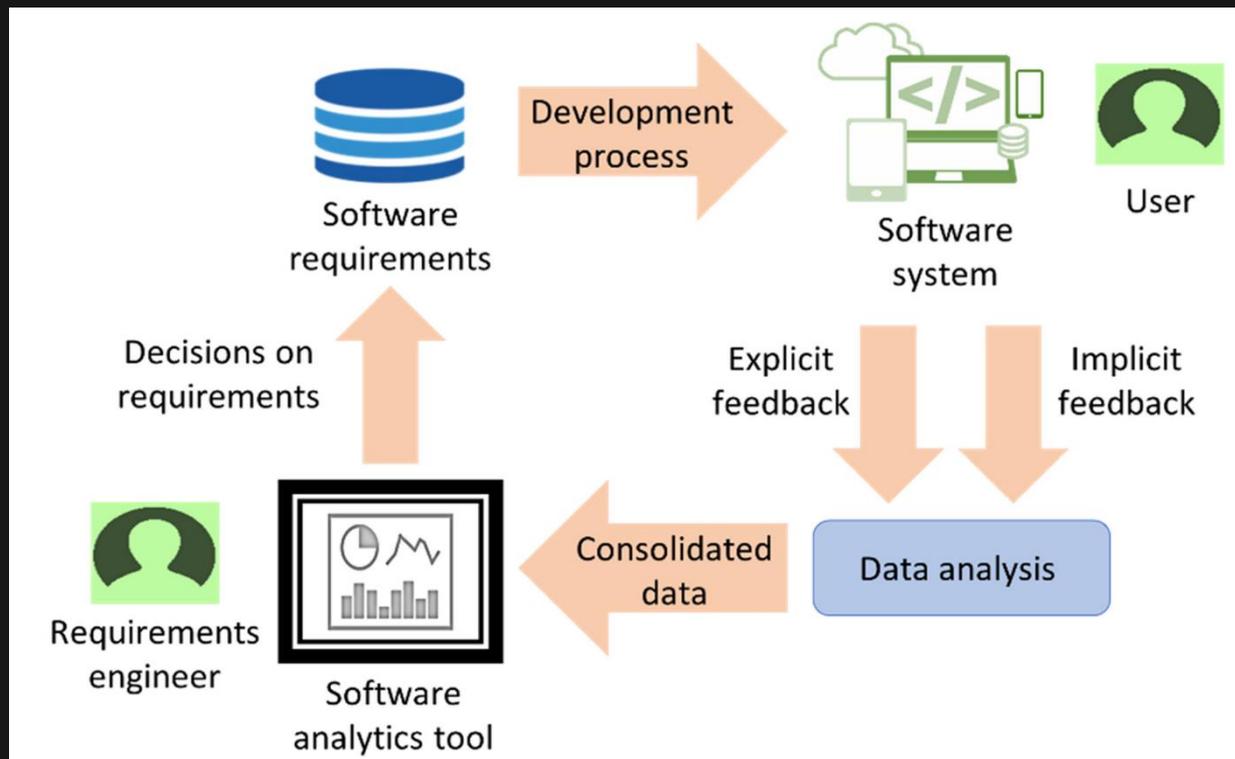


## 1.5 Conclusion sur ces exemples

- En effet, Nicolas (Boileau) avait raison...
- Les hypothèses (expectations) écrites en masse, même irréalistes, aident.
- Les obstacles aident à identifier des hypothèses.

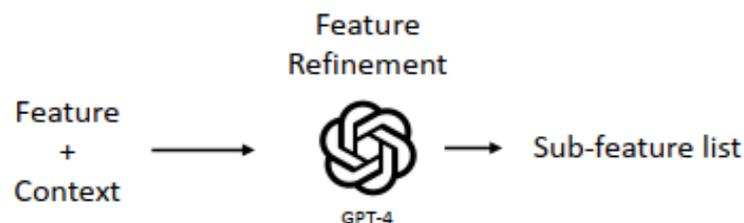
# 2. IE guidée par les données

## 1.1 Principes

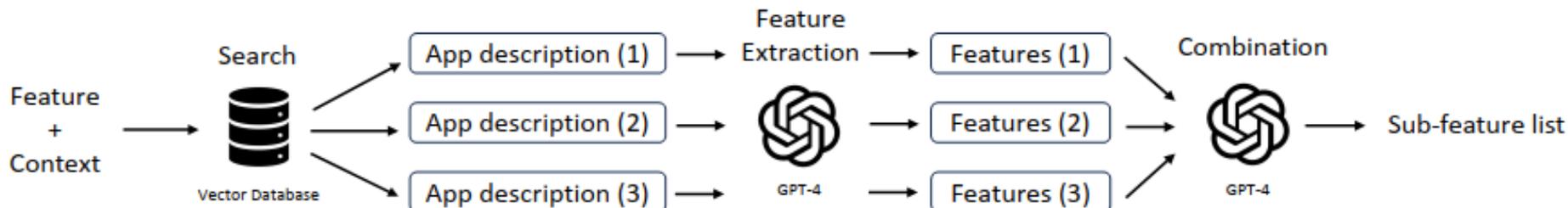


# 1.2 Génération d'objectifs et de sous-objectifs à partir de LLM et App Store

## Inspiration from LLM



## Inspiration from AS



# 1.2 Génération d'objectifs et de sous-objectifs à partir de LLM et App Store

**piStar** File Add Options Help

Actor... Actor links... Dependency... Goal Quality Resource Task And Or Ne

Properties Style

**Name** Laugh evaluation

**Description** The feature continually tracks the laughs of a user to measure daily duration of laughter and assesses its authenticity, emotional context, and overall impact on social interactions.

+ Add Property

Actions:

Inspire from LLM

Inspire from GP

Delete

The diagram illustrates a goal hierarchy. At the top level is a green circle labeled 'App'. A dashed line connects it to a light blue rounded rectangle labeled 'Early detect depressive episodes'. This light blue rectangle is connected by a solid line to a green rounded rectangle labeled 'Laugh evaluation'. The 'Laugh evaluation' rectangle is enclosed in a dashed box, indicating it is a sub-goal or task. The 'Early detect depressive episodes' rectangle has a small cross symbol on its top edge, suggesting it is a goal or quality. The 'Laugh evaluation' rectangle has a small circle on its bottom edge, suggesting it is a task or resource.

# 1.2 Génération d'objectifs et de sous-objectifs à partir de LLM et App Store

Style

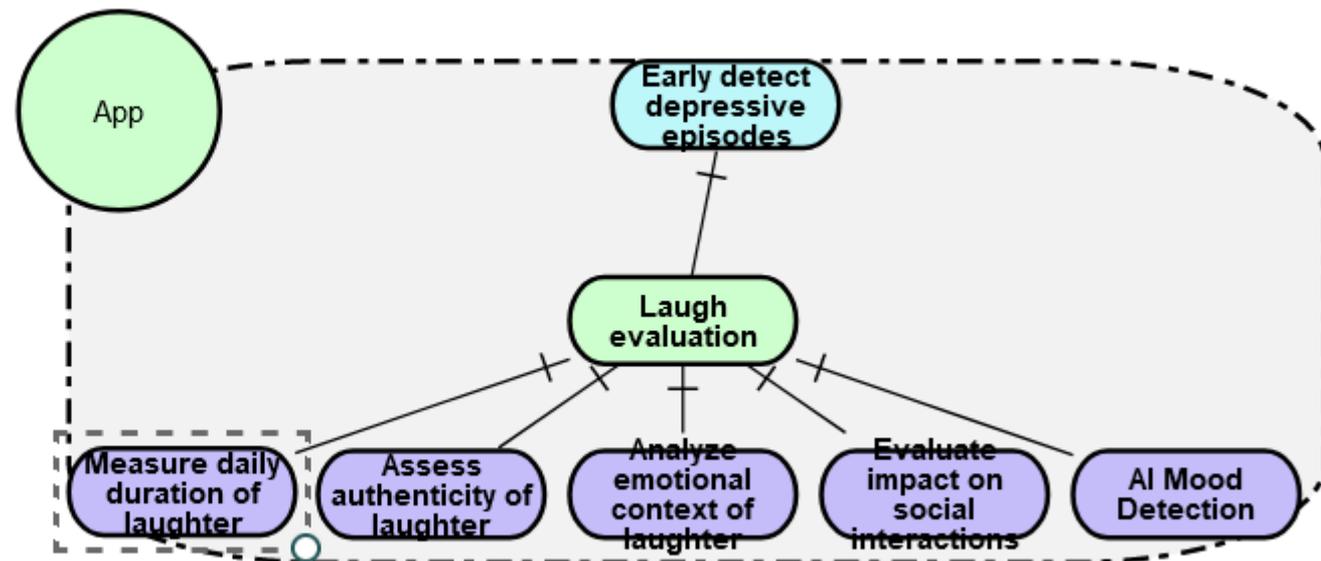
Measure daily duration of laughter

Tracks the total amount of time a user spends laughing each day.  
com.proactifhealthcare.bdi

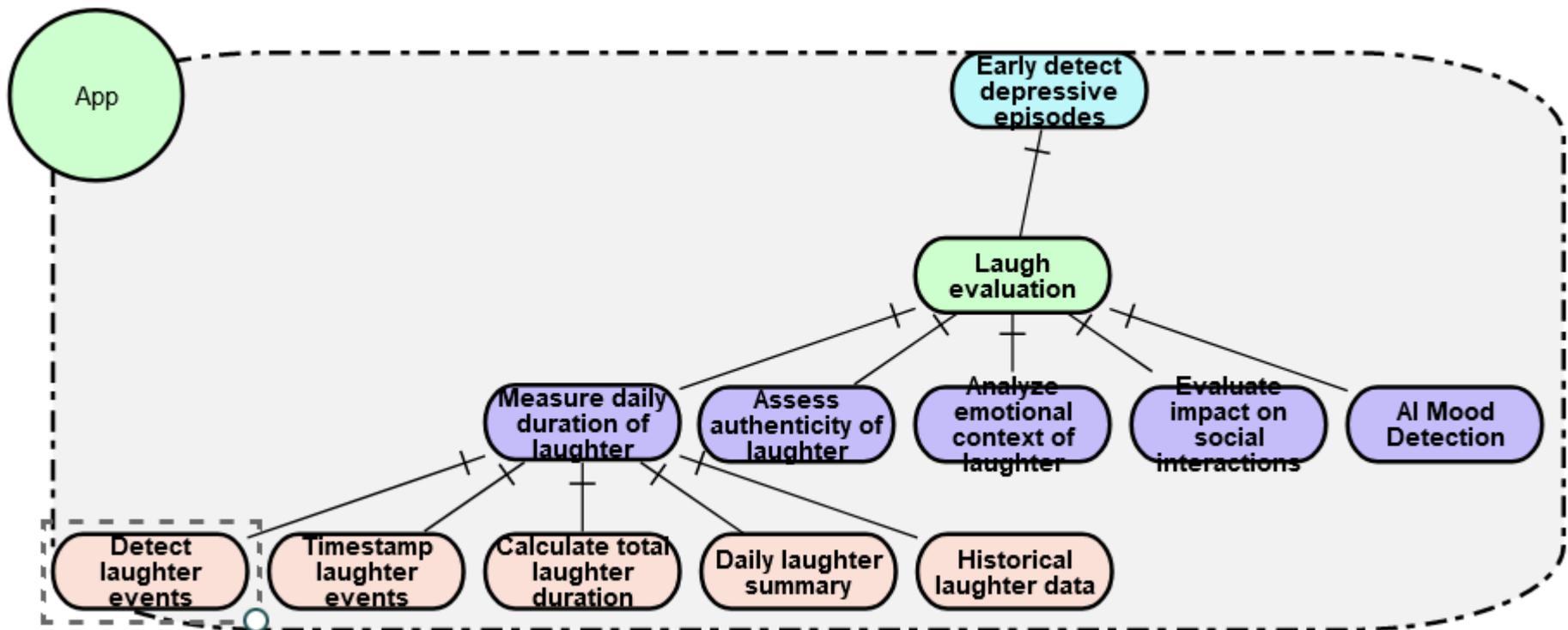
property

m LLM

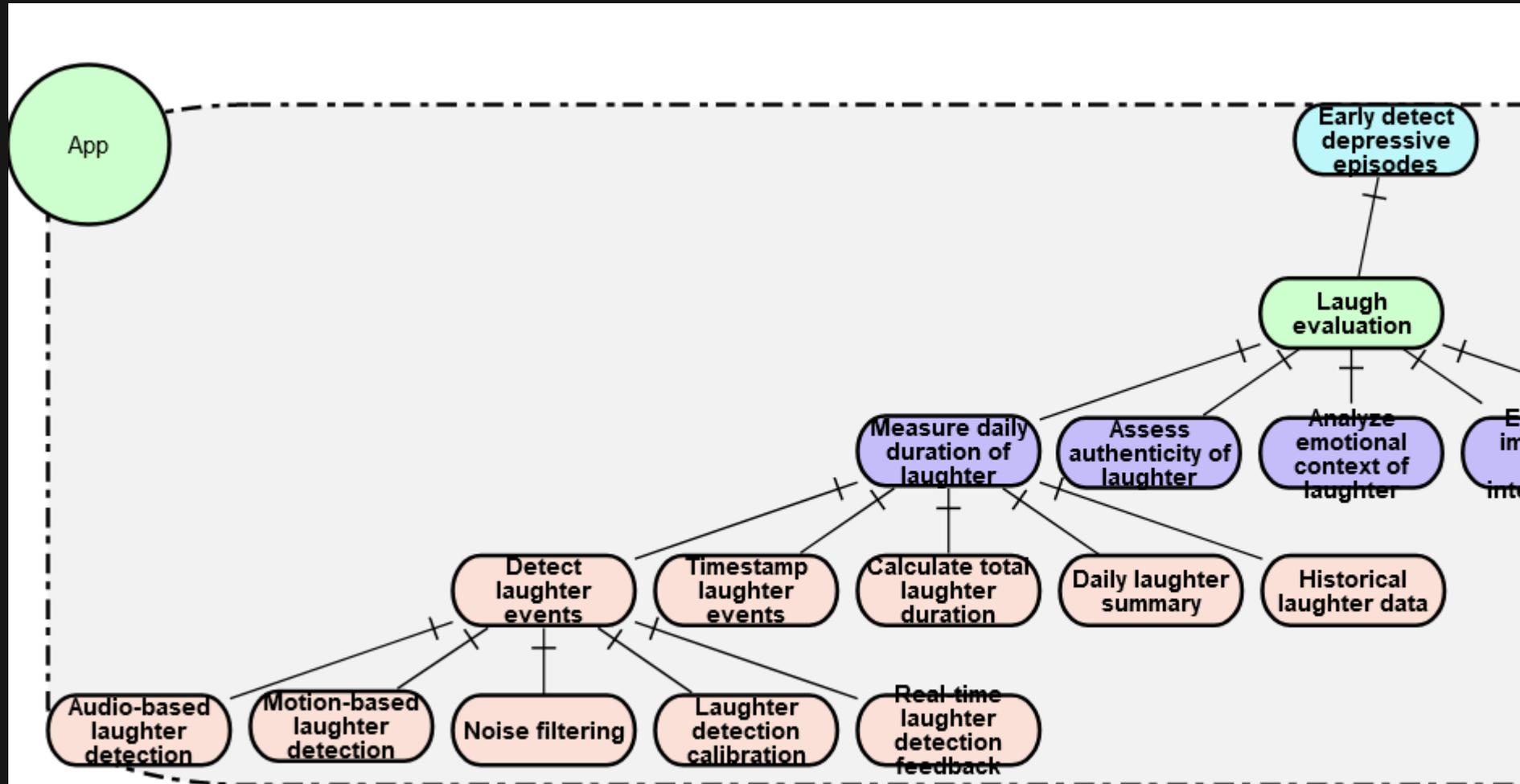
m GP

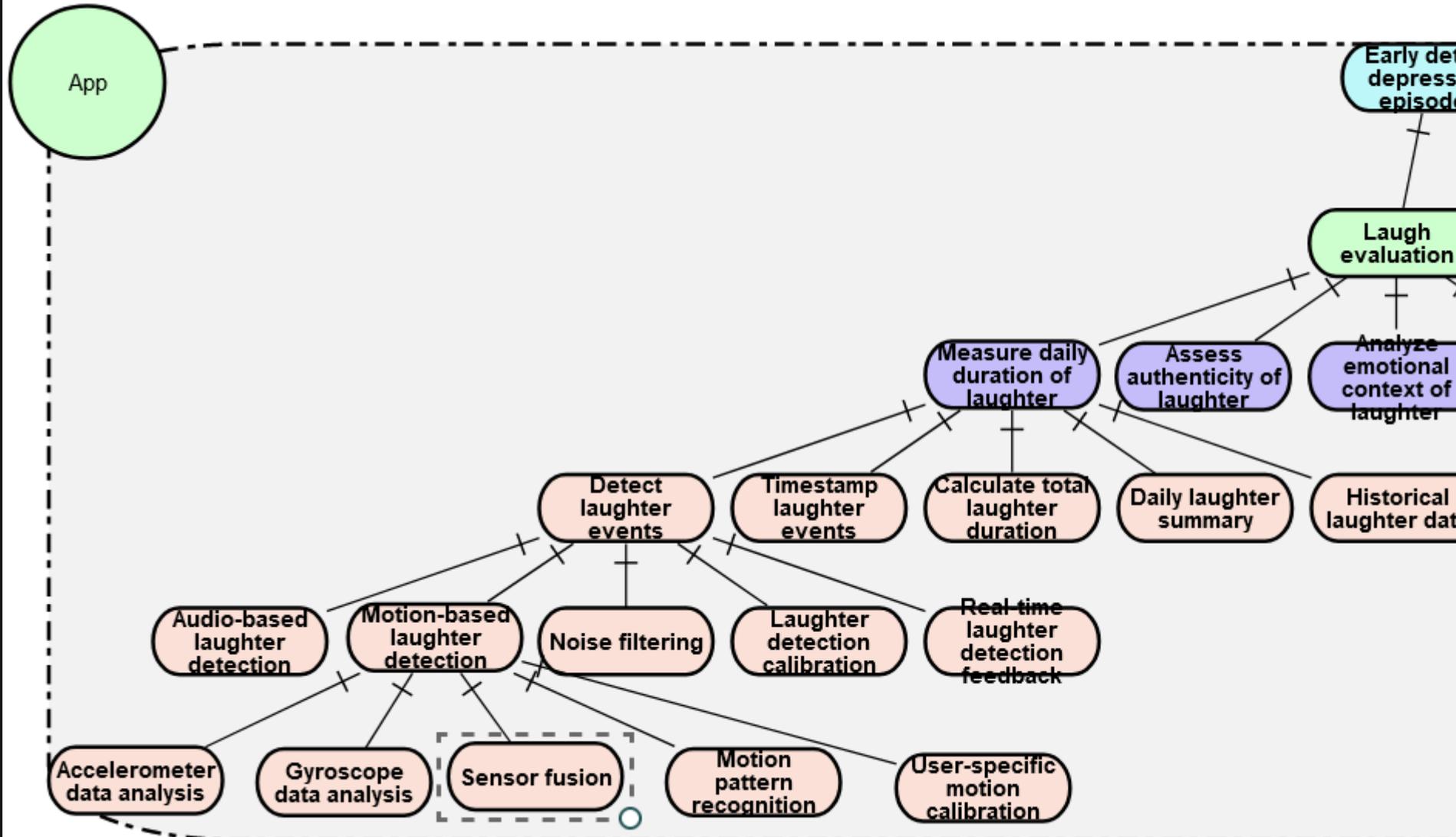


## 1.2 Génération d'objectifs et de sous-objectifs à partir de LLM et App Store

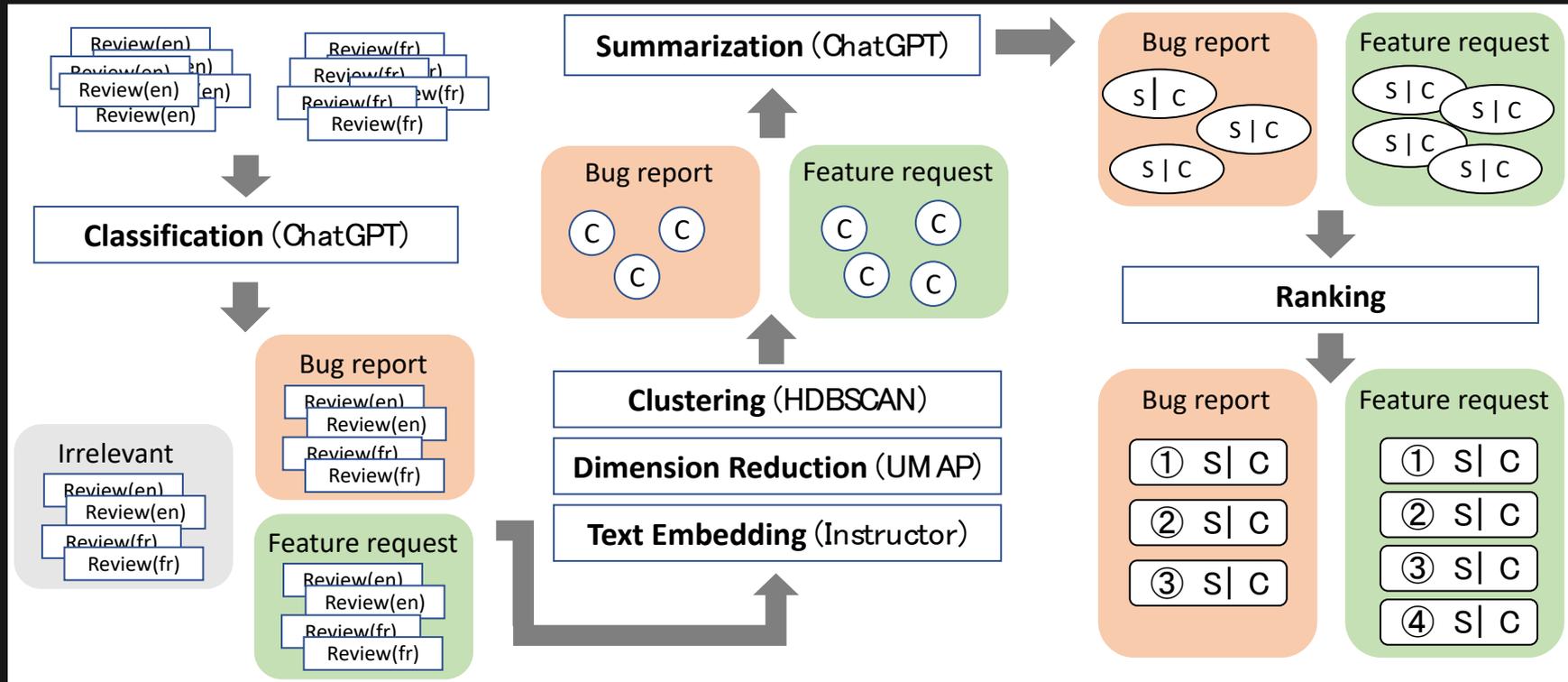


# 1.2 Génération d'objectifs et de sous-objectifs à partir de LLM et App Store



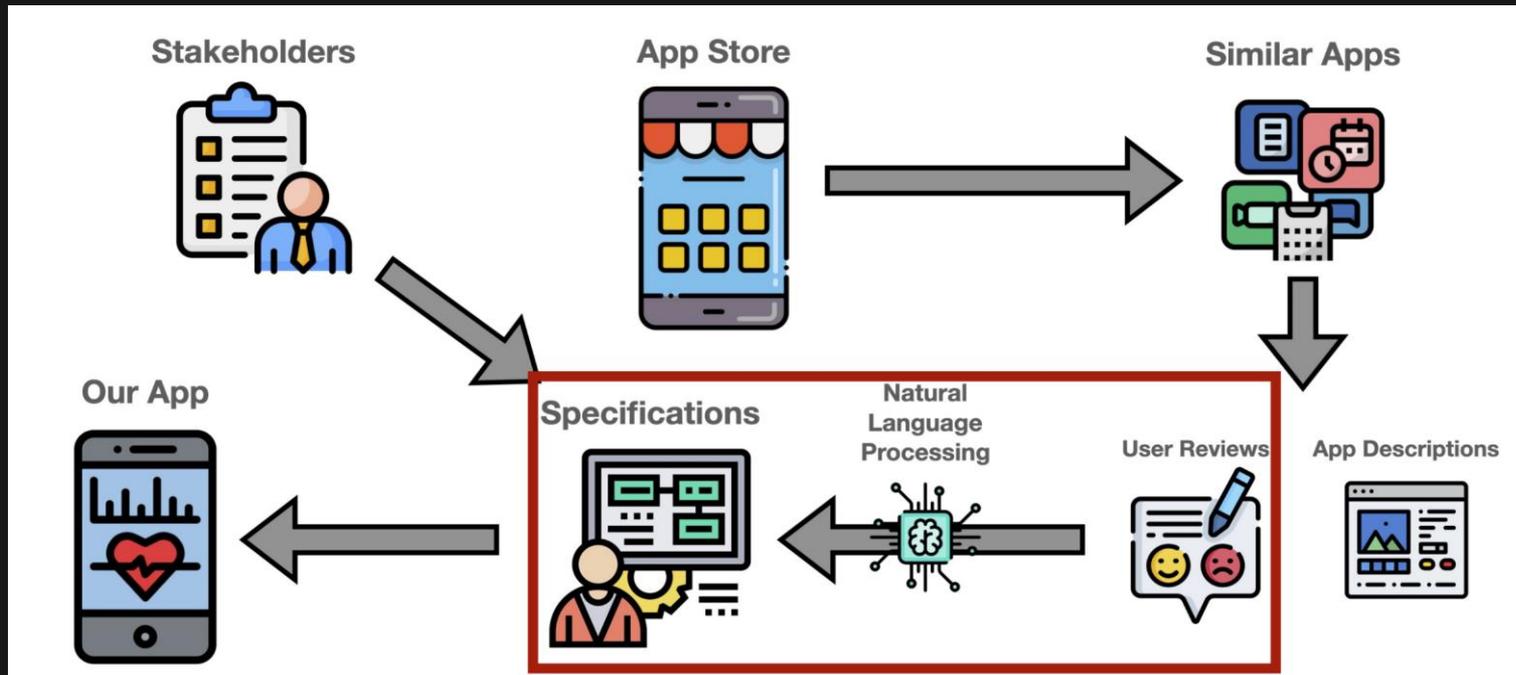


# 1.3 User reviews: Mining Bilingual App Reviews

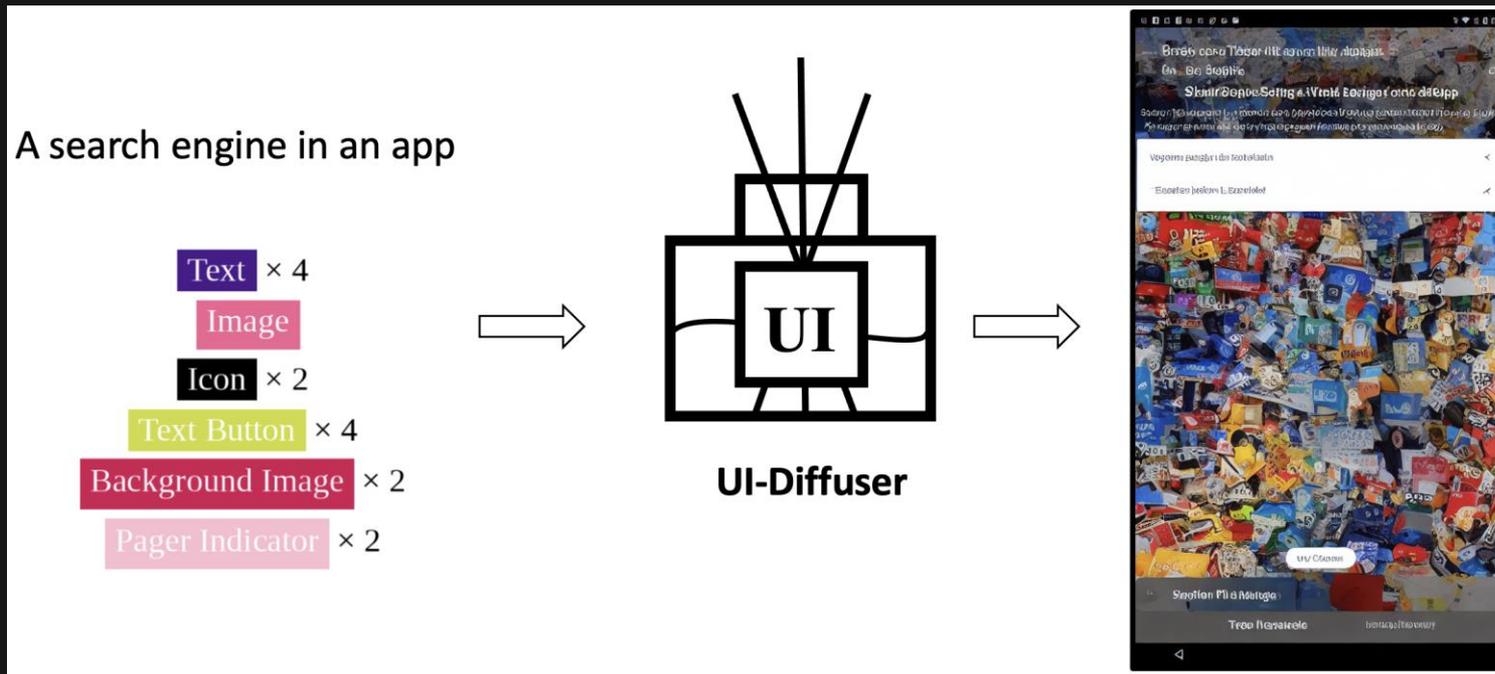


Jialiang Wei et al. Zero-shot Bilingual App Reviews Mining with Large Language Models  
 ICTAI 2023 -- IEEE 35th International Conference on Tools with Artificial Intelligence, Nov  
 2023, Atlanta, [10.1109/ICTAI59109.2023.00135](https://doi.org/10.1109/ICTAI59109.2023.00135)

# 1.3 User reviews: Mining Bilingual App Reviews

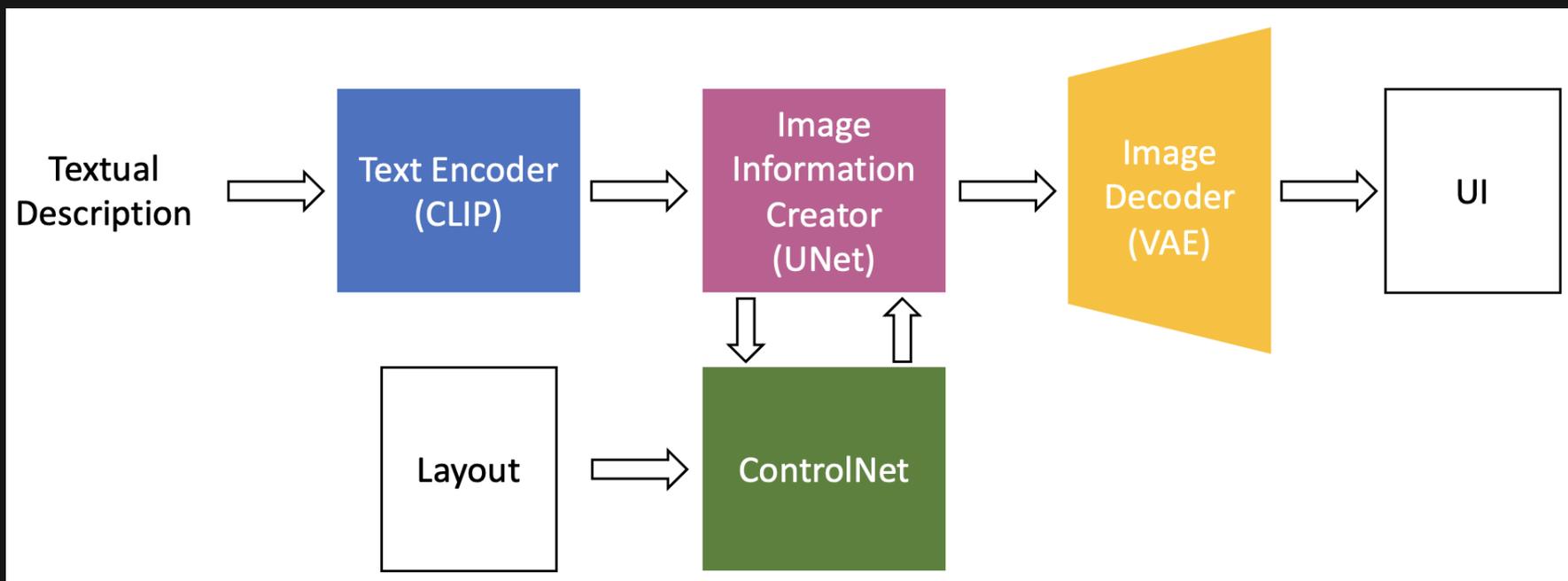


# 1.4 Génération d'interfaces graphiques : UI-Diffuser

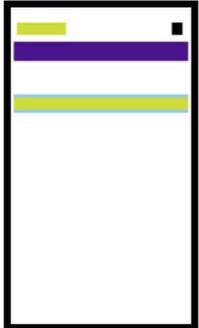
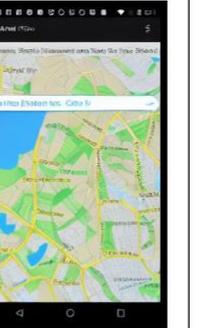
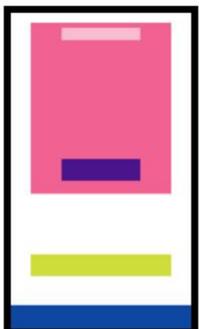
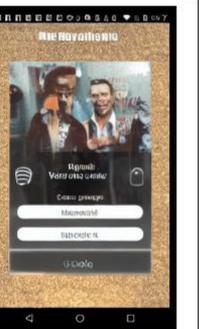
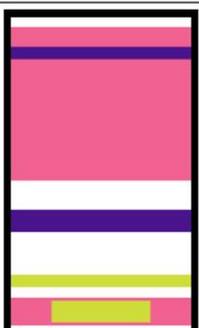
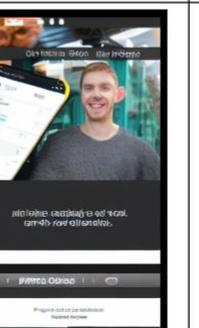


Jialiang Wei et al., Boosting GUI Prototyping with Diffusion Models, RE@Next! - 31st IEEE International Requirements Engineering 2023 conference (Re'23), Sep 2023, Hannover, Germany

# 1.4 Génération d'interfaces graphiques : UI-Diffuser



# 1.4 Génération d'interfaces graphiques : UI-Diffuser. Exemples.

<p>Text Icon Text Button × 2 Input</p> <p>A maps app.</p>						
<p>Text Image × 2 Text Button Advertisement Pager Indicator</p> <p>A mediaplayer app.</p>						
<p>Text × 2 Image × 3 Text Button × 2</p> <p>A profile app with a big image.</p>						

# Conclusion

- Les outils d'IA Générative peuvent aider à :
  - Suggérer des objectifs / compléter
  - Détecter des erreurs, proposer des corrections
  - Reformuler
- À utiliser avec prudence
- Comme les hypothèses sont souvent sous-développées : utiliser l'IA Gen pour suggérer des hypothèses absentes.

