

Thierry BIARD

thierry.biard@centralesupelec.fr

Laboratoire Génie Industriel

CentraleSupélec

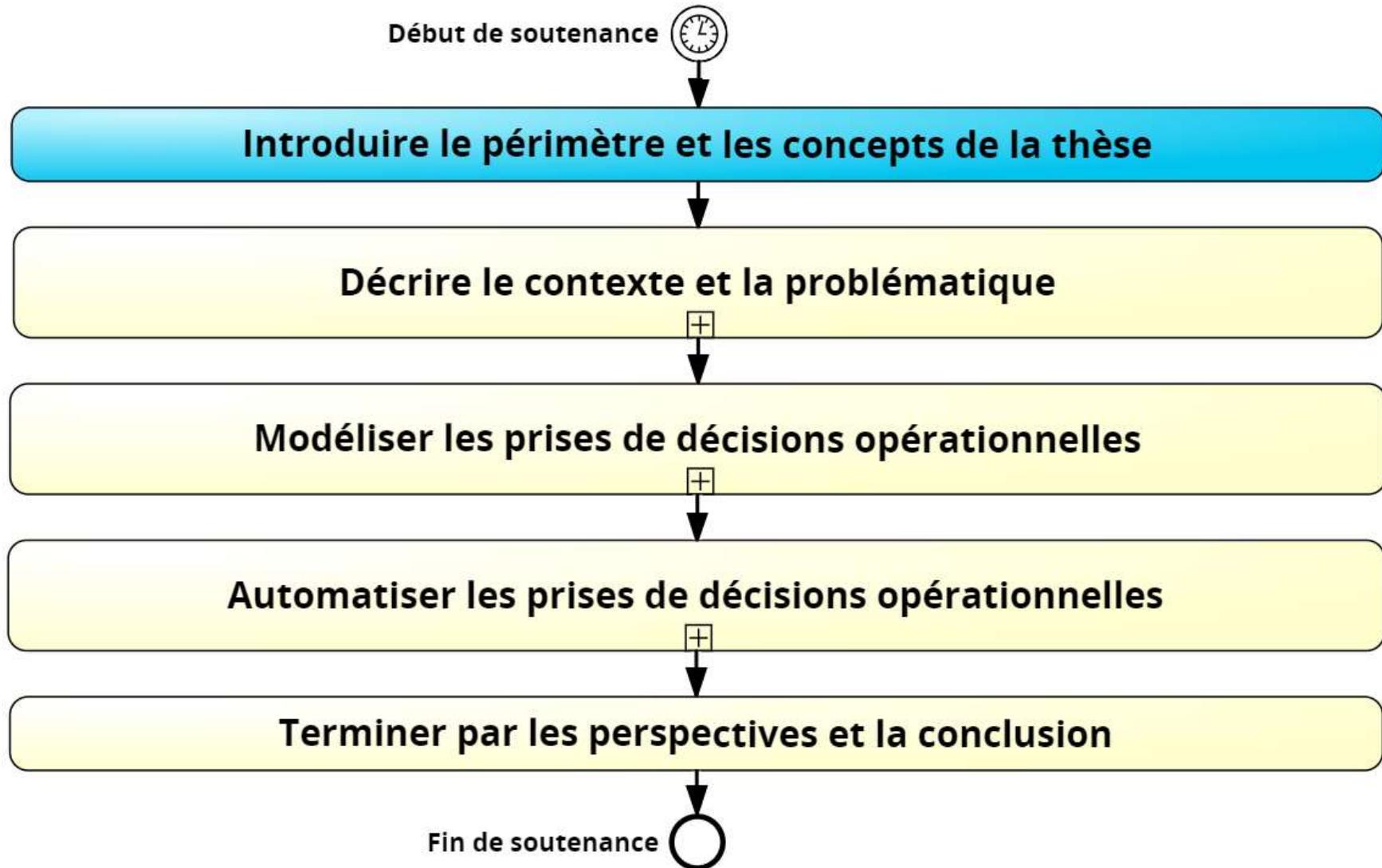
Université Paris-Saclay

De la modélisation à l'automatisation des prises de décisions opérationnelles avec une démarche d'Architecture d'Entreprise

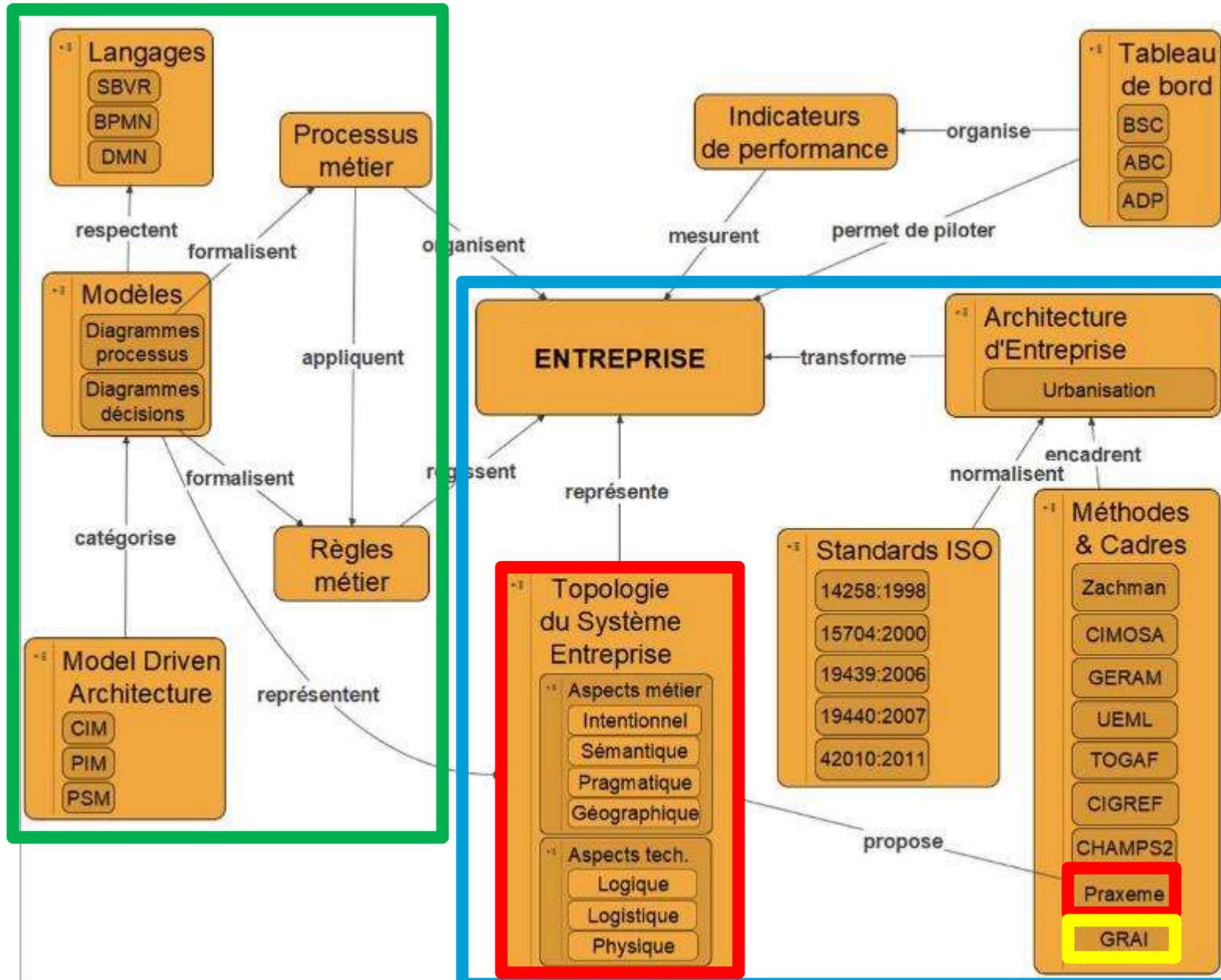
Soutenance de thèse du lundi 27/11/2017

Sous la direction de Jean-Claude BOCQUET,
Jean-Pierre BOUREY et Michel BIGAND

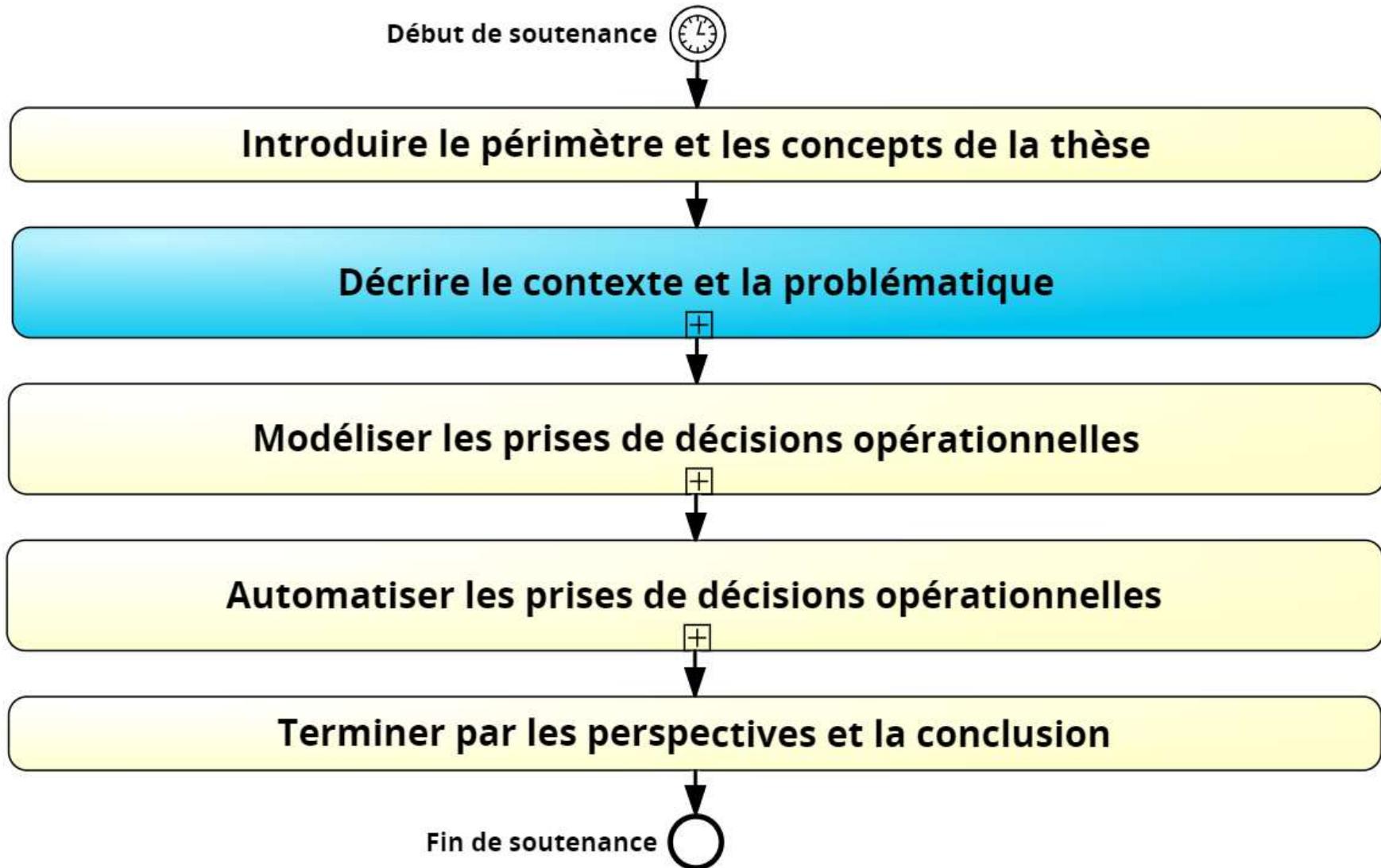
Processus de soutenance



Carte conceptuelle de la thèse



Processus de soutenance



Sous-processus Contexte & Problématique

Décrire le contexte et la problématique

Introduire l'Architecture d'Entreprise discipline pour la transformation

Choisir la méthode d'Architecture d'Entreprise Praxeme

Comparer les différents types de décisions

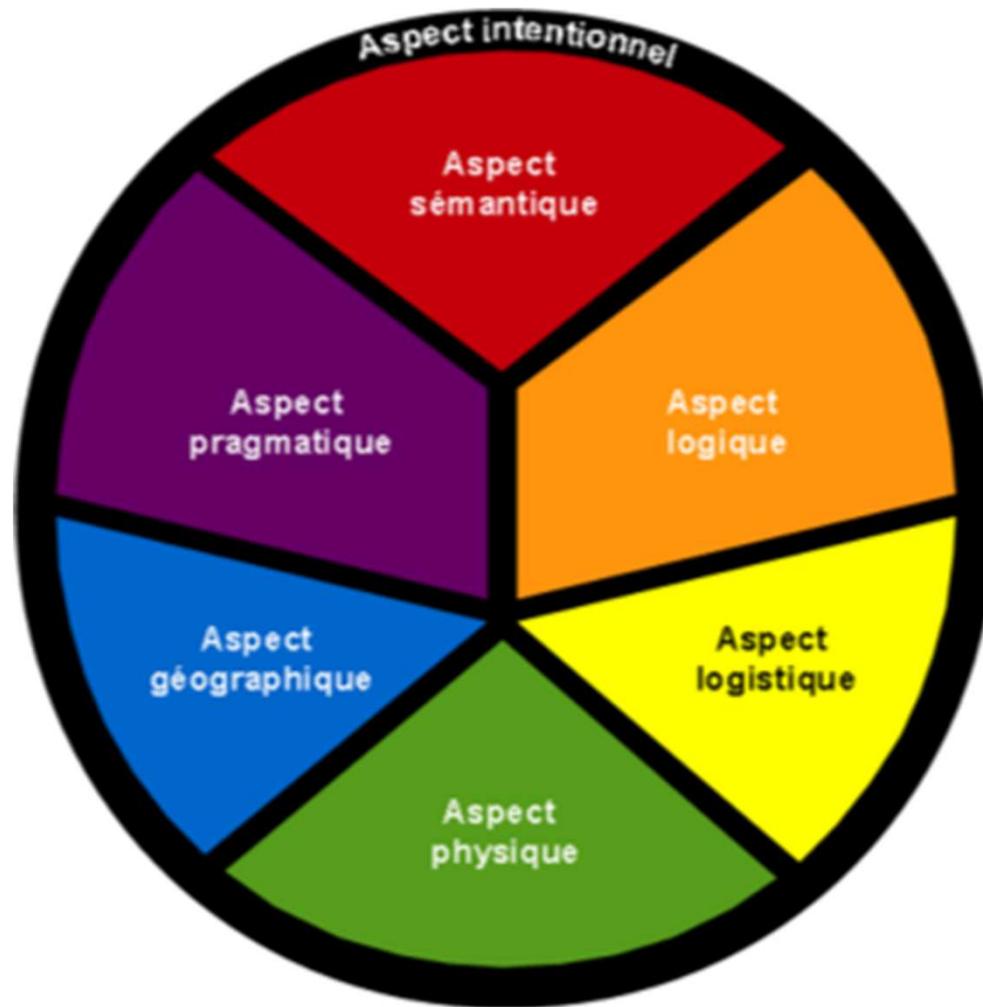
Formuler le problème et la question de recherche

Survoler la méthode GRAI qui modélise les activités de décision

L'Architecture d'Entreprise (EA)

- Discipline régie par des principes et des règles
- Conception de l'Entreprise dans tous ses aspects, du métier à la technique
- Maîtrise de la complexité du système Entreprise
- Gouvernance du projet de transformation
- Traite essentiellement :
 - des méthodes,
 - des cadres de représentation,
 - des modèles.

Méthode d'EA Praxeme



- Méthode publique et ouverte
- avec métamodèle complet
- Cadre de représentation : TSE (Topologie du Système Entreprise) avec 7 aspects
- pour ranger des modèles standards

Carottage des 7 aspects de la TSE Praxeme



Formalise la finalité, les intentions et la stratégie

Isole objets métier et concepts fondamentaux

Se base sur les processus métier et l'organisation

Assure le découplage entre métier et technique

Décrit les solutions logicielles et matérielles

Déploie les solutions logicielles et matérielles

Localise l'organisation et les solutions

Quelques définitions importantes

- **Processus** : Séquencement, dans un ordre prédéterminé, d'un ensemble d'activités
- **Exécution** : Action d'effectuer des activités, notamment celles prévues dans un processus
- **Décision** : Choix effectué parmi plusieurs solutions, si possible en appliquant des règles, pour résoudre un problème
- **Automatisation** : Action d'exécuter un processus ou de prendre une décision sans intervention humaine



Prises de décisions à tous les niveaux

• Management stratégique :

- Management de la performance globale
 - Définition des facteurs clés de succès
 - Fixation, planification, puis contrôle des objectifs
- Prises de décisions stratégiques



• Pilotage tactique :

- Alignement stratégique
 - Mesure de performance des processus
 - Analyse, puis amélioration des processus
- Prises de décisions tactiques

Pilotage à froid



• Pilotage opérationnel :

- Supervision des processus en cours
 - Traitement des erreurs et des alertes
 - Réaction très rapide obligatoire
- Prises de décisions opérationnelles

Pilotage à chaud



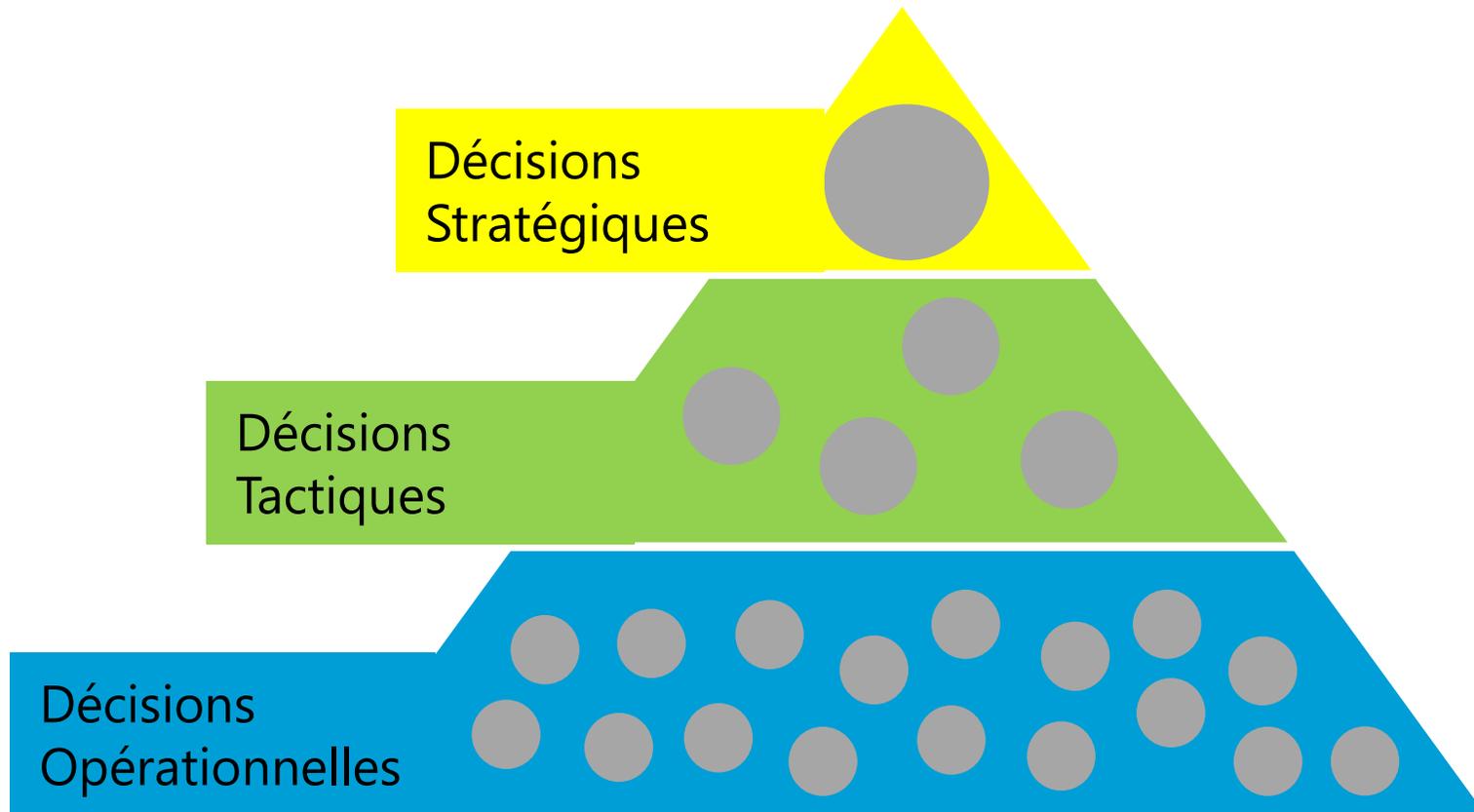
Principaux Types de Décisions

Type de décision	Stratégique-Tactique	Opérationnelle
Environnement	Incertain	Prédéfini
Portée	Globale	Locale
Impact	Fort	Faible mais cumulatif
Terme	Long-moyen	Court
Fréquence	Petite-Moyenne	Grande
Période	Années-Mois	Secondes (Temps Réel)
Orienté processus	Faible	Fort
Prise de décision	Humaine avec Système d'Aide à la Décision	Automatisable
Exemple de décision	Recrutement de vacataires	Recevabilité d'un vacataire

➔ DMN (Decision Model and Notation) :
pour modéliser les prises de décisions opérationnelles

Impact des décisions

I
S
Pr
Lg
Lt
Ph
G



Prises de décisions opérationnelles humaines versus automatisées



Décisions humaines

- Règles métier appliquées quelquefois floues,
- Parfois inconsistantes,
- Prises lentement par moments,
- Très rarement documentées,
- Faciles à modifier.



Décisions automatisées

- Ne correspondent pas forcément aux exigences,
- Toujours consistantes,
- Prises très rapidement,
- Manquent de visibilité,
- Difficiles à modifier.

Notre conseil : modéliser préalablement les prises de décisions opérationnelles

Problème & question de recherche

- Représentation du savoir-faire de l'Entreprise :
 - Modélisation des processus métier
 - avec des diagrammes de collaboration BPMN (BPMN : Business Process Model and Notation)
 - Modélisation des prises de décisions opérationnelles
 - avec la formalisation des règles métier

- Diagramme de collaboration BPMN limité pour la modélisation des prises de décision opérationnelles

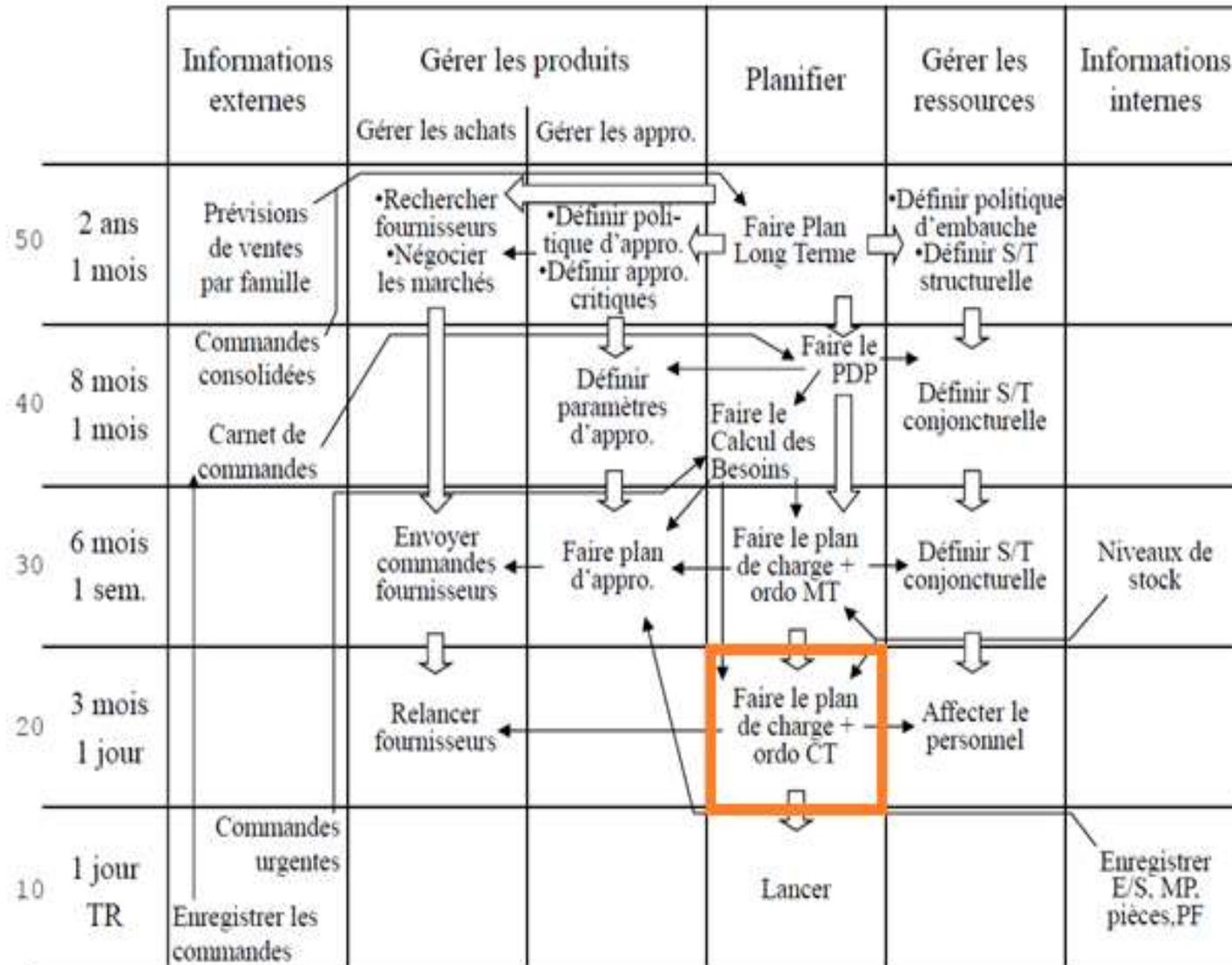
Comment modéliser les prises de décisions opérationnelles, voire les automatiser, tout en garantissant la cohérence avec les autres modèles de l'Entreprise, notamment ceux qui représentent les processus métier, avec une démarche globale d'Architecture ?

Méthode GRAI : 1/3 Introduction

- FORCES :
- Basée sur la Théorie de la Décision [Simon, 1947], mais aussi la Théorie Systémique [Le Moigne, 1977]
- Précurseuse au début des années 1980
- Concerne la gestion des produits et services, la gestion des ressources et la planification des deux
- Première méthode centrée sur la prise des décisions (de tous types)
- FAIBLESSES :
- Métamodèle partiel des formalismes utilisés
- Pas d'objectif d'automatisation (et non déterministe)

Méthode GRAI : 2/3 Grille de Conduite

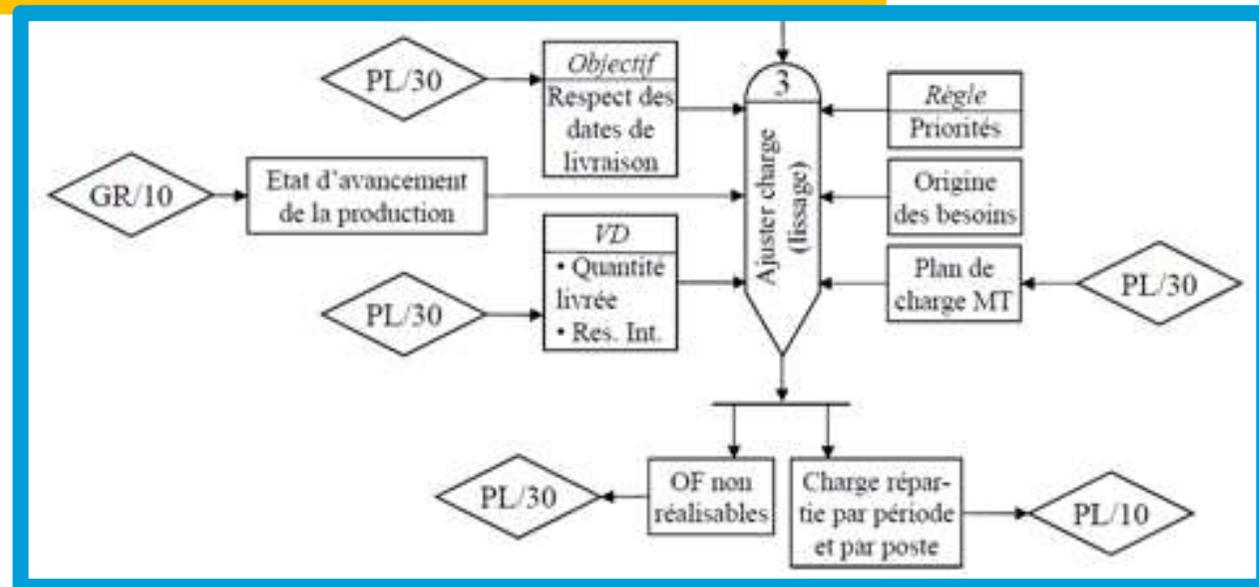
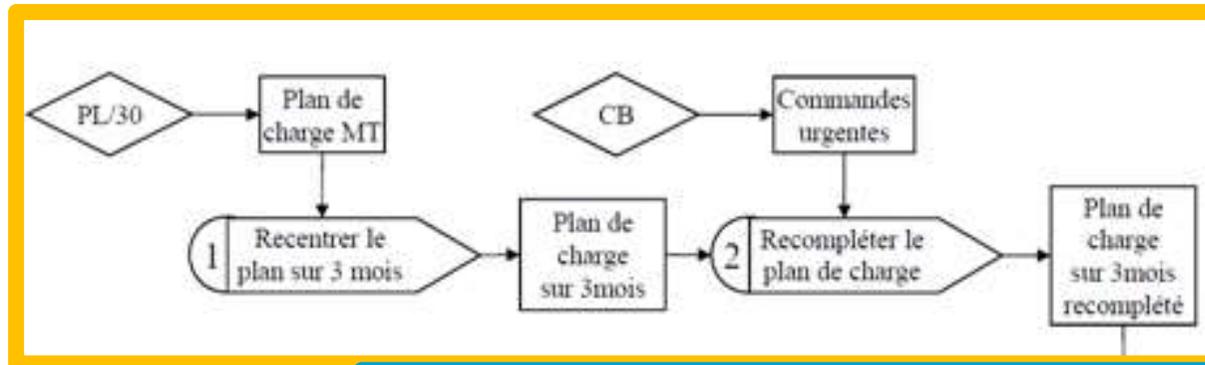
I
S
Pr
Lg
Lt
Ph
G



Méthode GRAI :

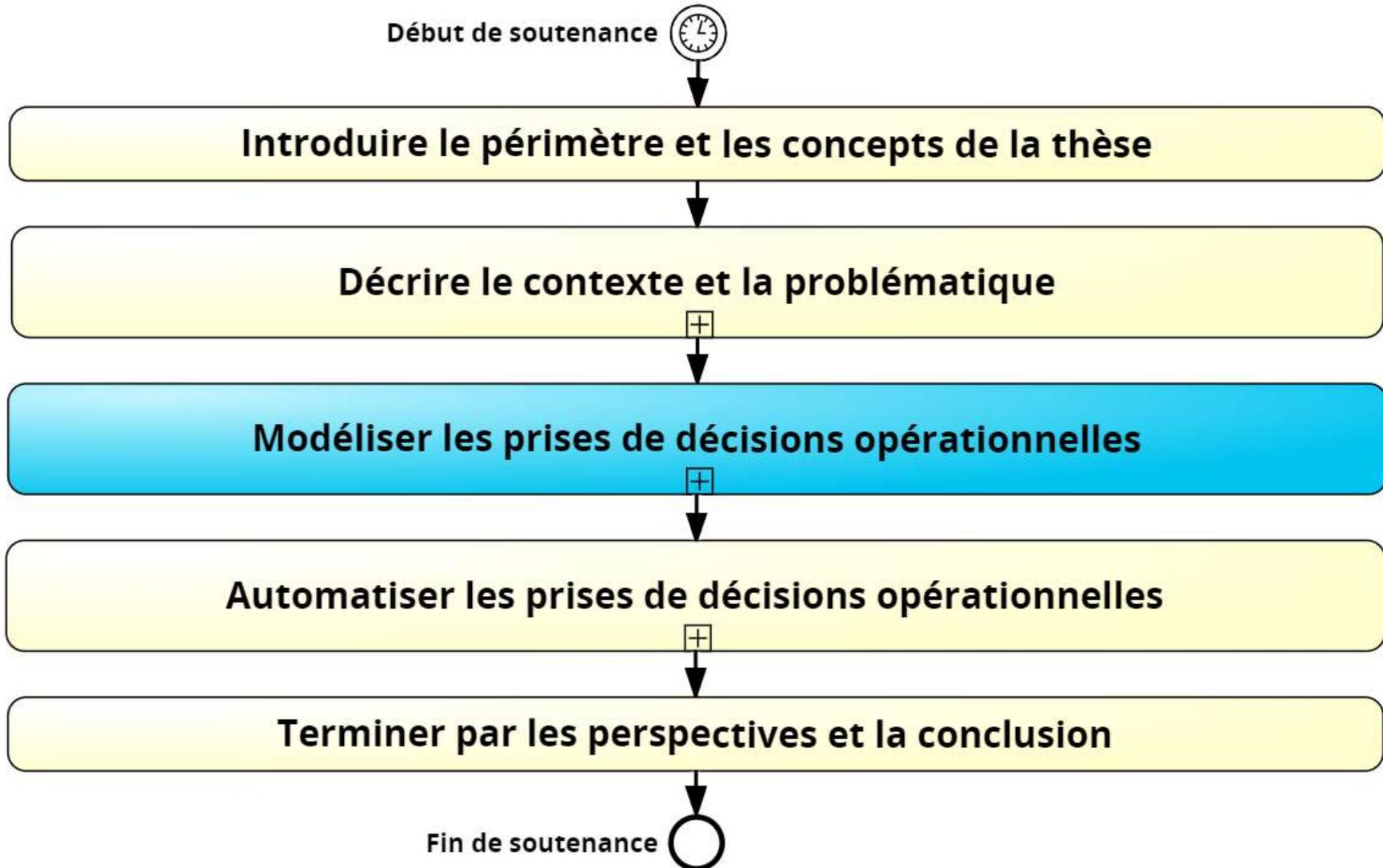
3/3 Activités d'Exécution et de Décision

I
S
Pr
Lg
Lt
Ph
G



#	PLANIFIER	H = 3 mois P = 1 jour
	Faire le plan + ordo CT	PL/20
<i>Informations méthodologiques</i>		

Processus de soutenance



Sous-processus Modélisation des décisions

Modéliser les prises de décisions opérationnelles

Introduire le processus métier "Etudier la recevabilité d'un vacataire"

Modéliser ce processus métier en BPMN sans DMN

Constater l'évolution des applications et des langages standards

Expliquer le nouveau langage DMN : Decision Model and Notation

Modéliser ce processus métier en BPMN avec DMN

Processus «Recevabilité d'un vacataire»

Décret n°87-889 du 29 octobre 1987 relatif aux conditions de recrutement et d'emploi de vacataires pour l'enseignement supérieur.

Article 2 :

Les **chargés d'enseignement vacataires** sont des personnalités choisies en raison de leur compétence dans les domaines scientifique, culturel ou professionnel, qui exercent une activité professionnelle principale consistant :

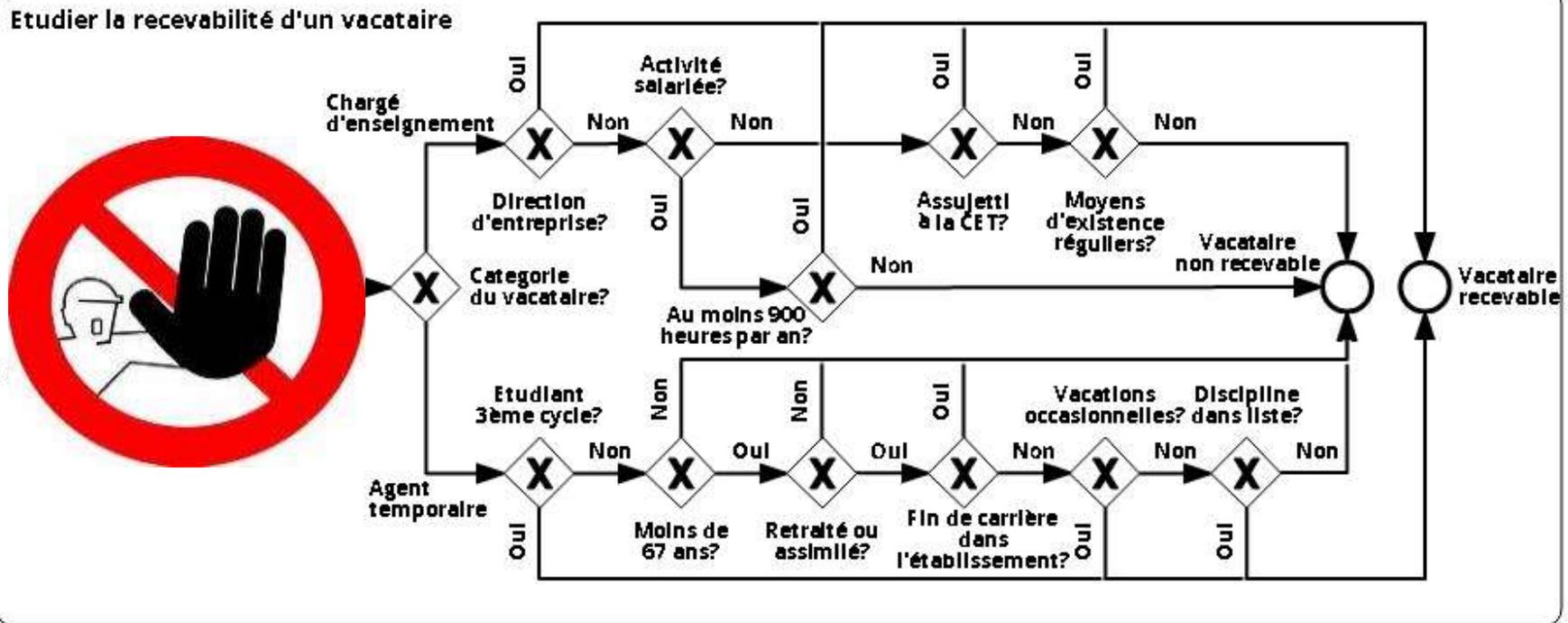
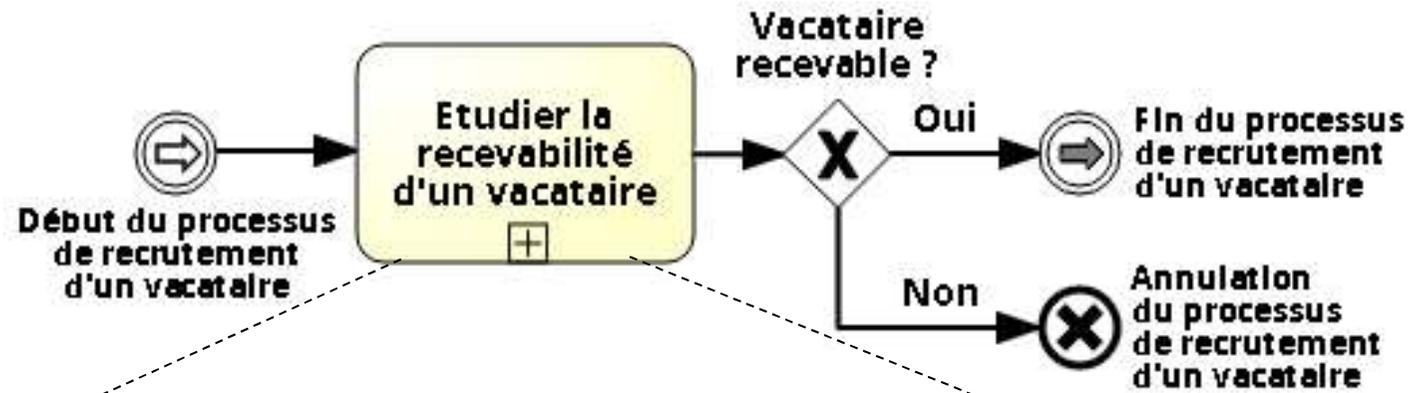
- soit en la **direction d'une entreprise** ;
- soit en une **activité salariée** d'au moins neuf cents **heures de travail par an** ;
- soit en une **activité non salariée** à condition d'être **assujetties à la contribution économique territoriale** ou de justifier qu'elles ont retiré de l'exercice de leur profession des **moyens d'existence réguliers**.

Article 3 :

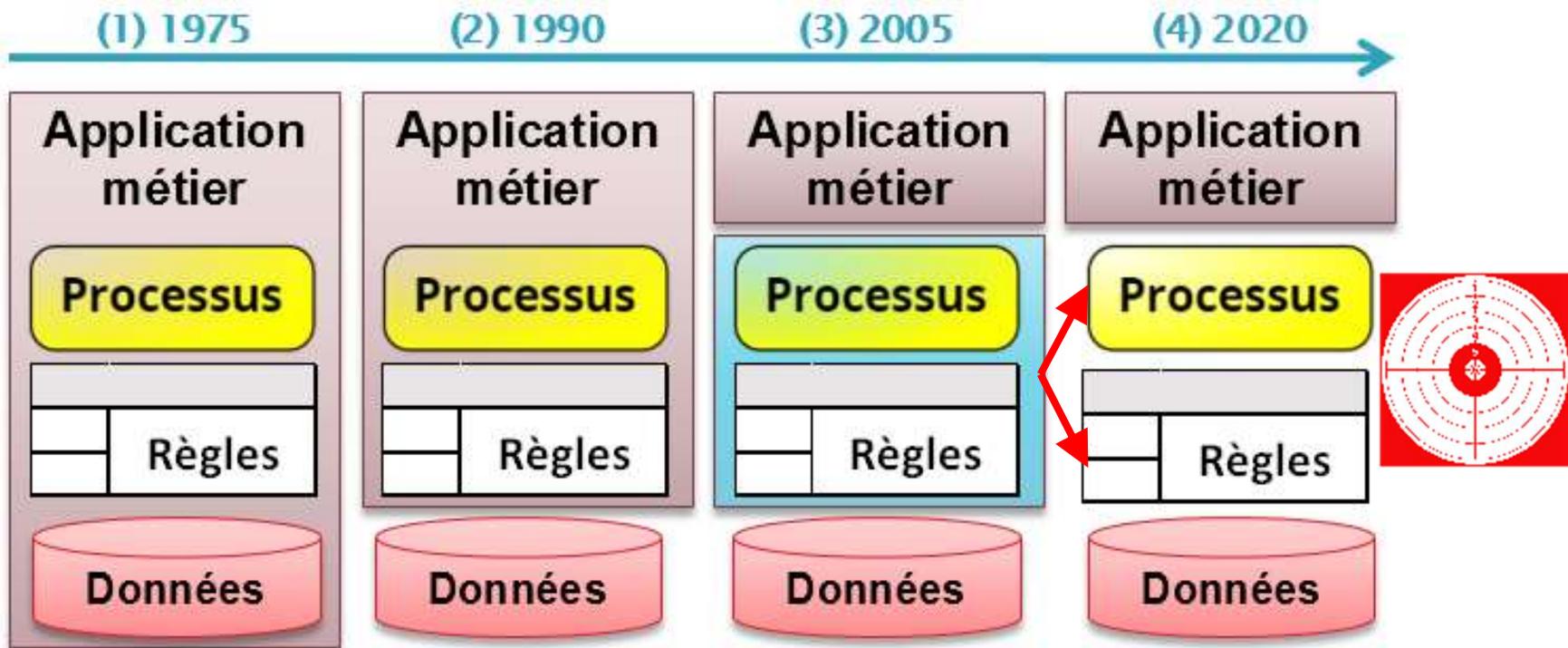
Les **agents temporaires vacataires** doivent être inscrits en vue de la préparation d'un **diplôme du troisième cycle** de l'enseignement supérieur.

Les personnes, **âgés de moins de soixante-sept ans**, bénéficiant **d'une pension de retraite, d'une allocation de préretraite ou d'un congé de fin d'activité**, à la condition **d'avoir exercé au moment de la cessation de leurs fonctions une activité professionnelle principale extérieure à l'établissement**, peuvent être recrutées en qualité d'agents temporaires vacataires dans les **disciplines dont la liste est fixée par arrêté du ministre chargé de l'enseignement supérieur** et lorsqu'elles n'assurent que des **vacations occasionnelles** dans toutes les disciplines.

Processus métier BPMN sans DMN

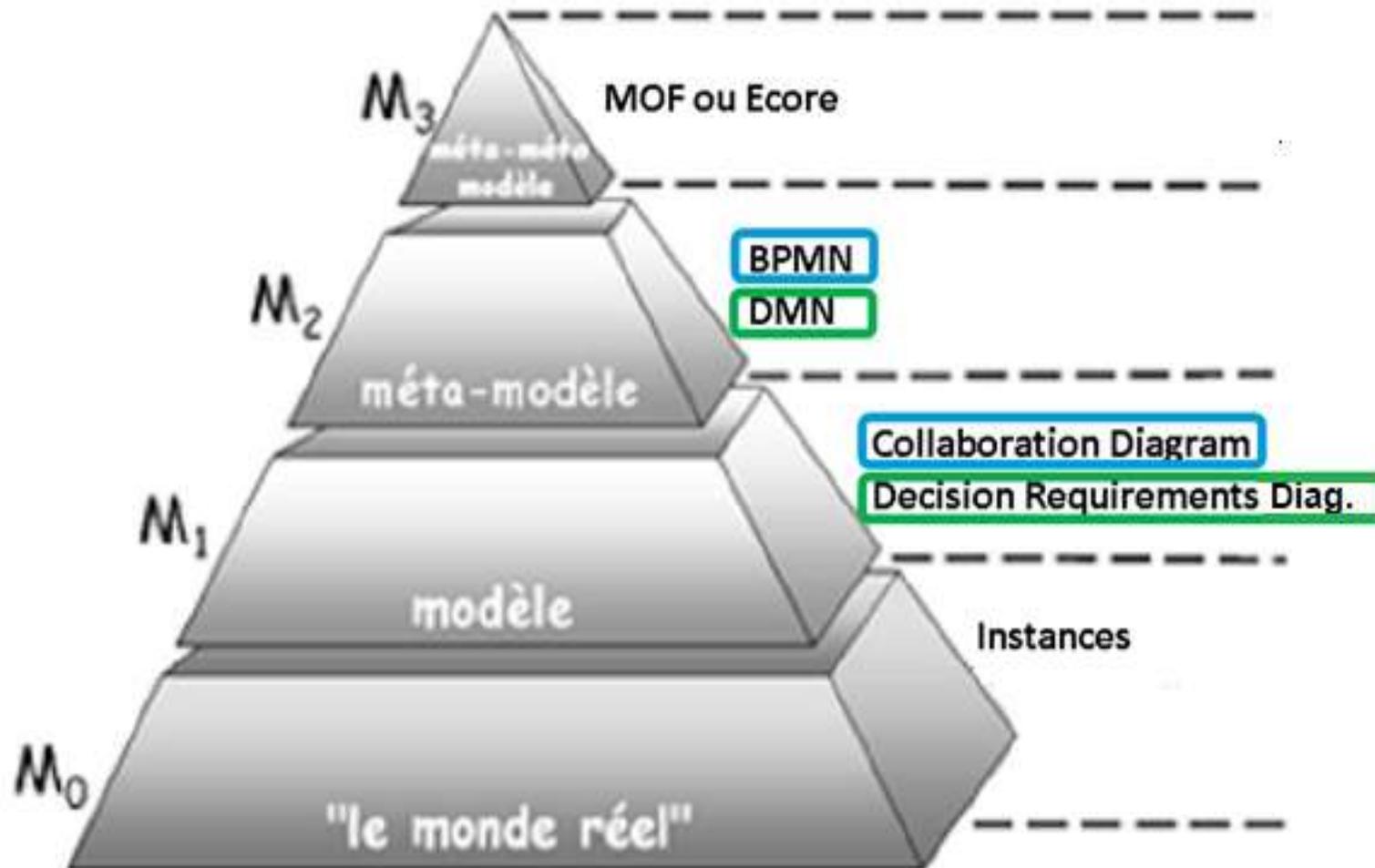


Evolution de l'architecture des applications métier



- ➔ Principe de Séparation des Préoccupations [Dijkstra]
- ➔ Comment atteindre cette cible en passant de l'entrelacement au découplage des règles ?

Pyramide de modélisation de l'OMG



I
S
Pr
Lg
Lt
Ph
G

DMN (Decision Model and Notation)

Standard de modélisation de l'



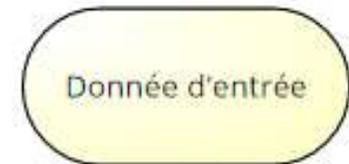
1. **Modélisation graphique des prises de décision**
avec le DRD (Decision Requirements Diagram)
2. **Formalisation des règles métier**
par des **Tables de Décision** [CODASYL, 1982]
3. **Complémentarité avec BPMN**
(DMN peut aussi s'utiliser seul)
4. **Format d'échange DMN 1.1 XML**
pour **échanger** les modèles, pour les **automatiser**



Principaux éléments graphiques d'un diagramme DRD : 1/2 Eléments

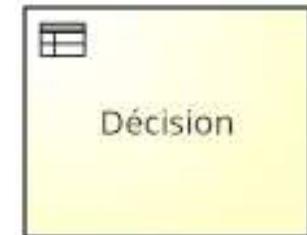
Donnée d'entrée (*Input Data*) :

- Données sur lesquelles se basent les décisions
- Type de donnée optionnel (date, nombre, texte...)



Décision (*Decision*) :

- Applique une logique (les règles métier) sur les données d'entrée, afin de déterminer la donnée de sortie
- Peut être décomposée en sous-décisions



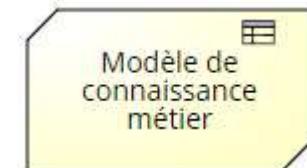
Source de connaissance (*Knowledge Source*) :

- Légitimité des décisions
- Règlement, loi ou autorité de référence



Modèle de connaissance métier (*Business Knowledge Model*) :

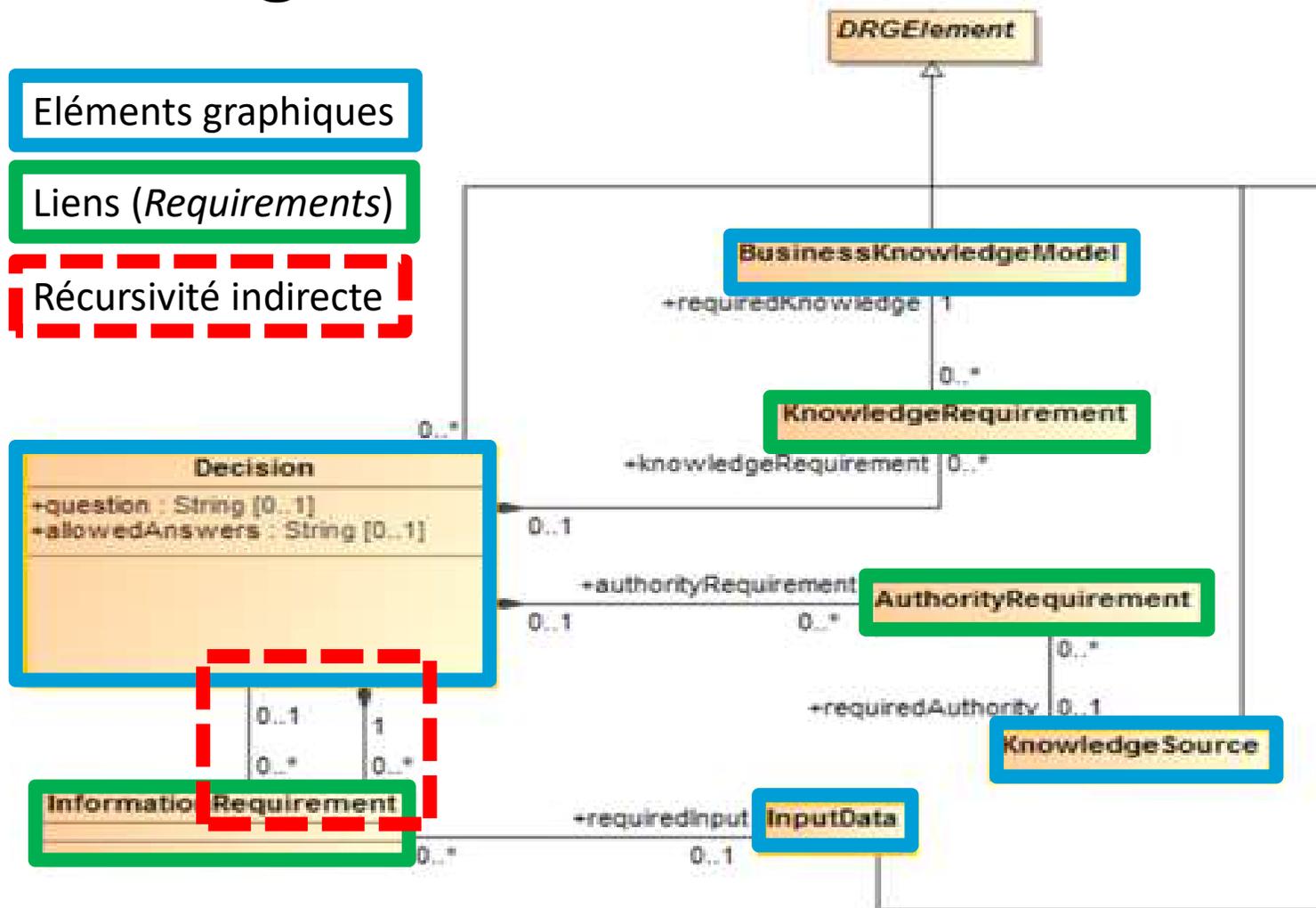
- Contient une logique de décision qui peut être réutilisée dans plusieurs diagrammes



Principaux éléments graphiques d'un diagramme DRD : 2/2 Relations

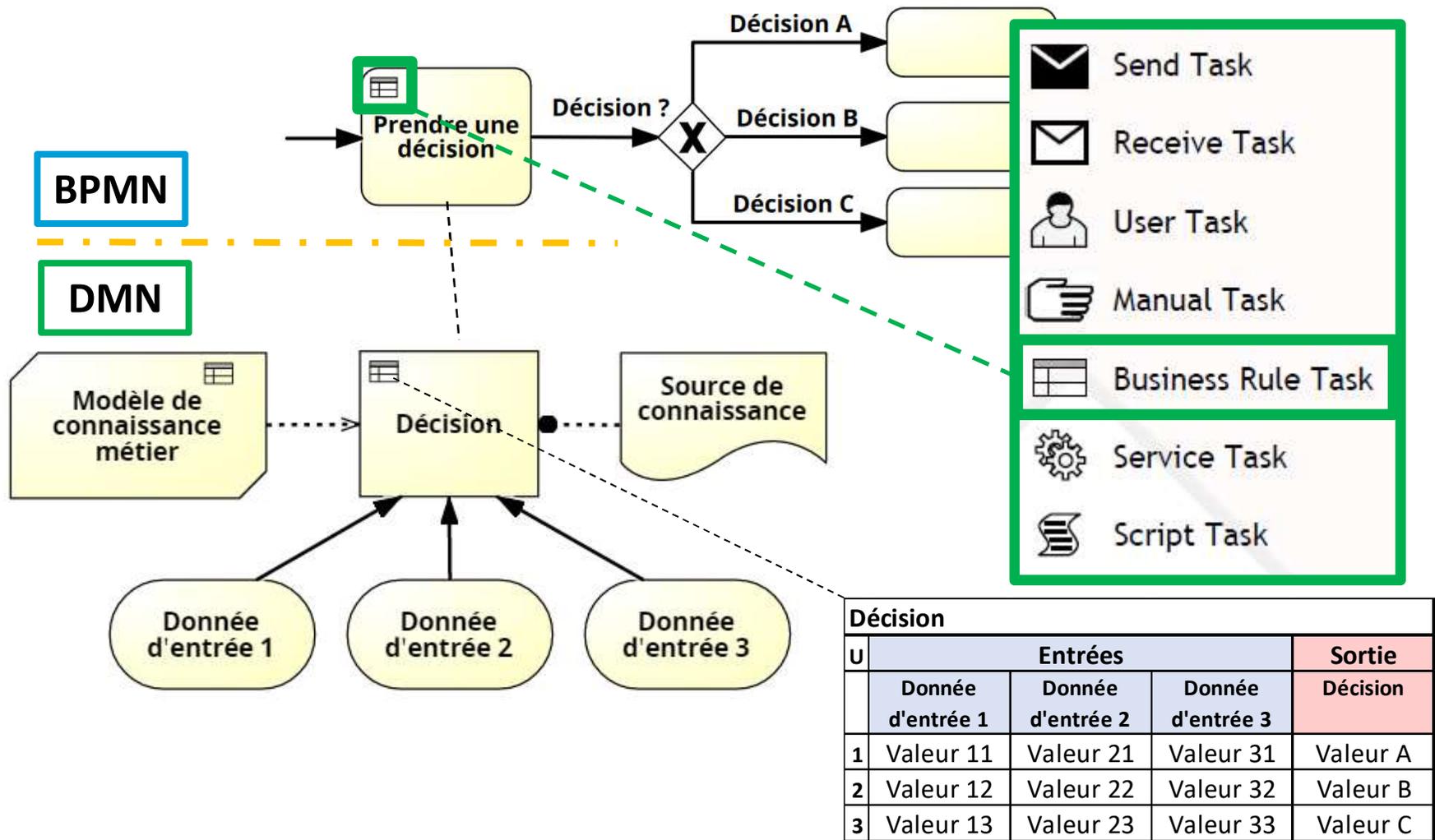
I
S
Pr
Lg
Lt
Ph
G

- Eléments graphiques
- Liens (*Requirements*)
- Récurtivité indirecte



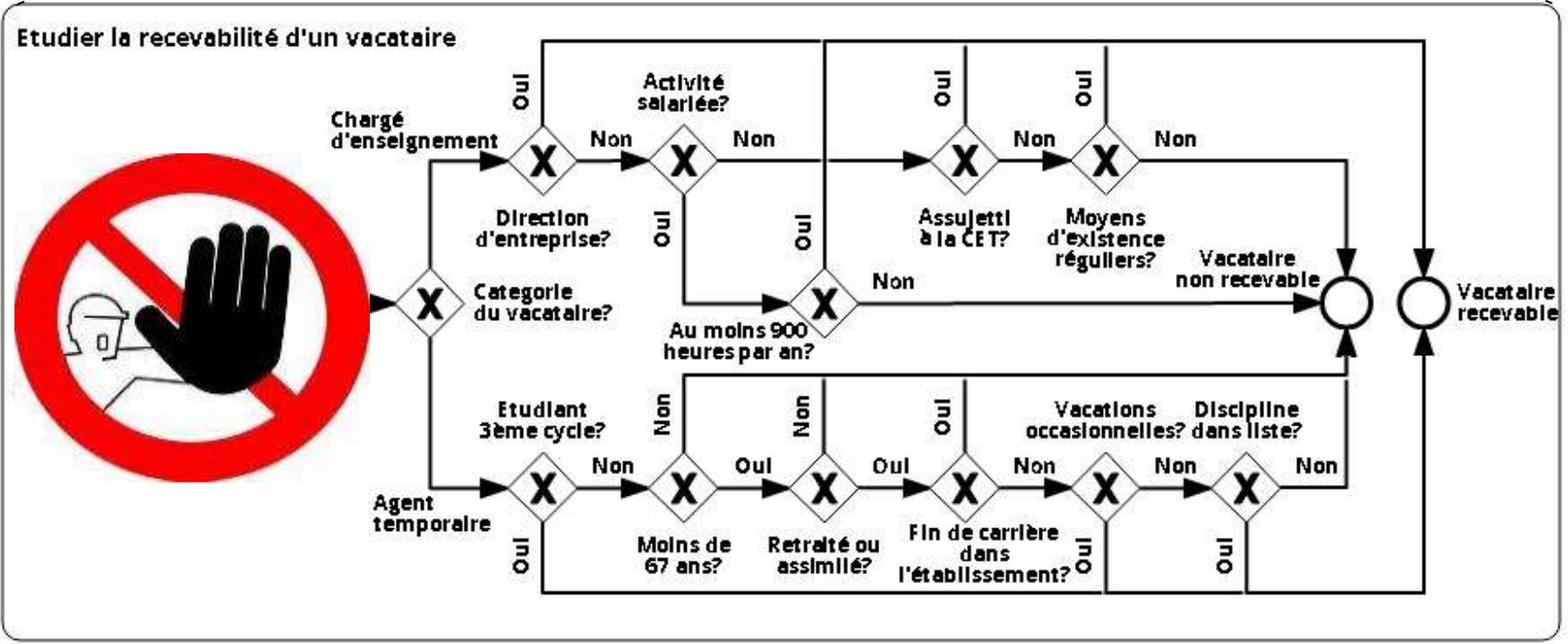
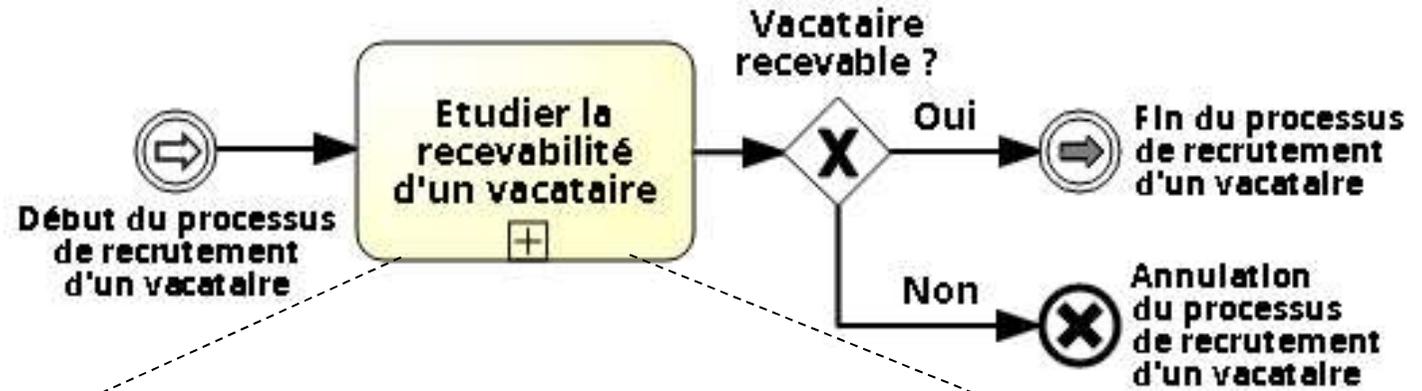
Extrait du métamodèle DMN de l'OMG

DMN (Decision Model and Notation)



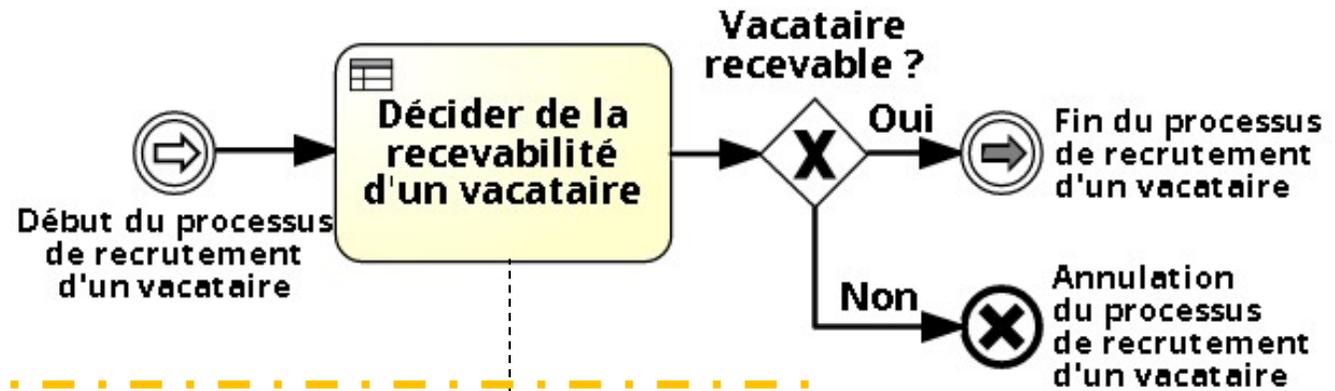
Processus métier BPMN sans DMN

- I
- S
- Pr
- Lg
- Lt
- Ph
- G

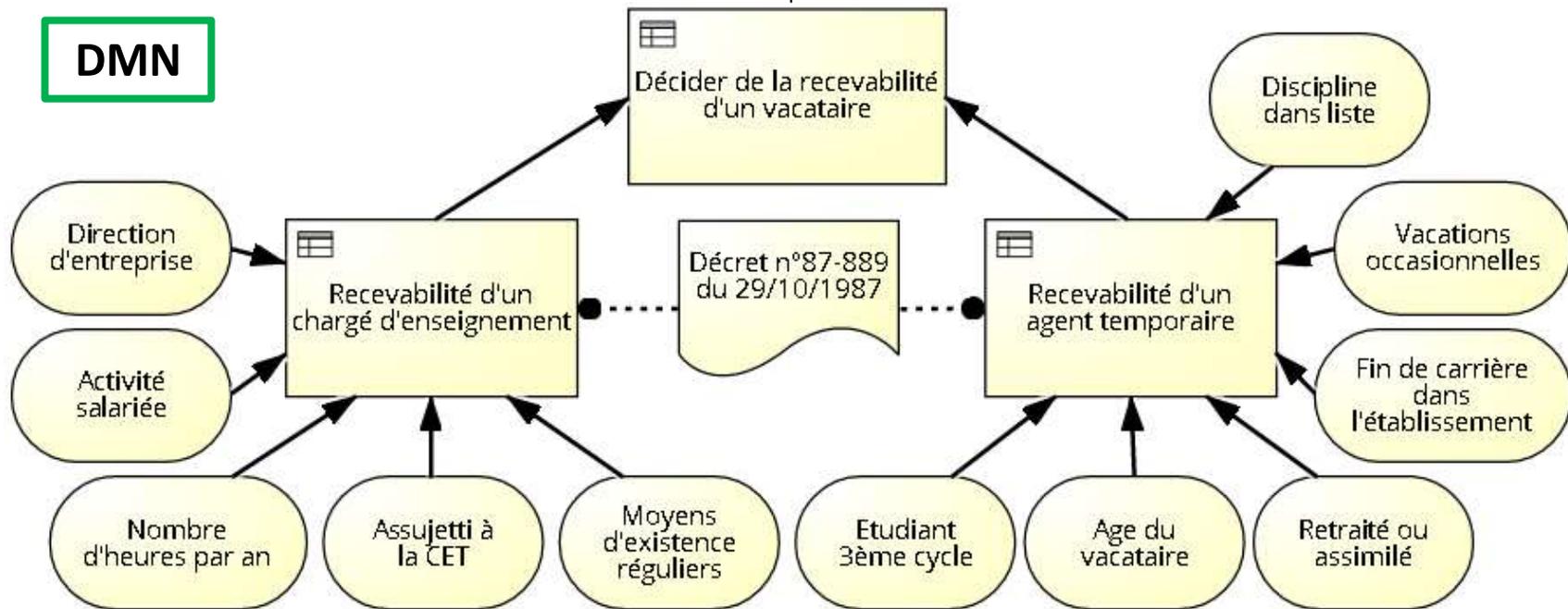


Processus métier BPMN avec DMN

BPMN



DMN

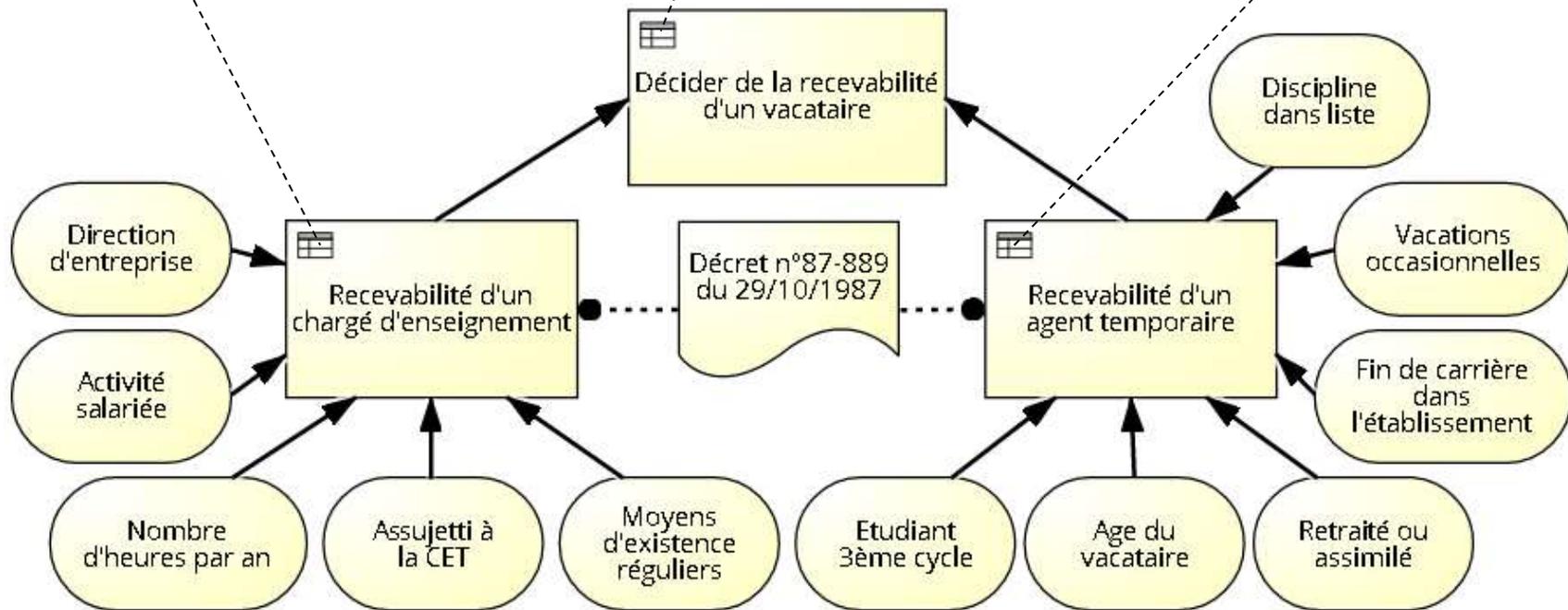


Processus métier BPMN avec DMN

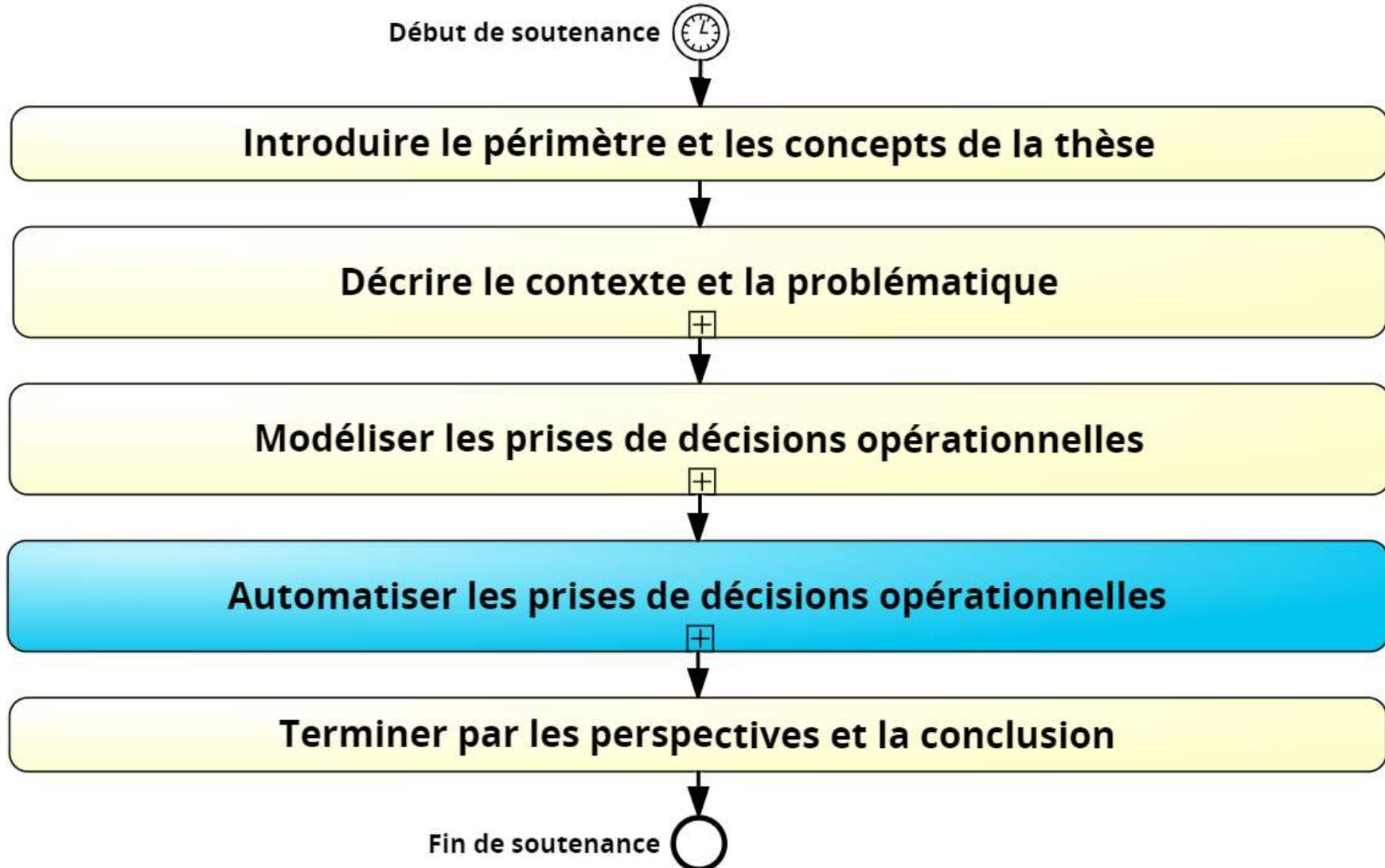
Recevabilité d'un chargé d'enseignement						
U	Entrées					Sortie
	Direction entreprise	Activité salariée	Nombre d'heures par an	Assujetti à la CET	Moyens existence réguliers	Recevabilité d'un chargé d'enseignement
	Booléen	Booléen	Nombre	Booléen	Booléen	Booléen
1	= vrai	-	-	-	-	vrai
2	= faux	= vrai	≥ 900	-	-	vrai
3	= faux	= vrai	< 900	-	-	faux
4	= faux	= faux	-	= vrai	-	vrai
5	= faux	= faux	-	= faux	= vrai	vrai
6	= faux	= faux	-	= faux	= faux	faux

Décider de la recevabilité d'un vacataire			
U	Entrées		Sortie
	Recevabilité d'un chargé d'enseignement	Recevabilité d'un agent temporaire	Décider de la recevabilité du vacataire
	Booléen	Booléen	Booléen
1	= faux	= faux	faux
2	= faux	= vrai	vrai
3	= vrai	= faux	vrai
4	= vrai	= vrai	vrai

Recevabilité d'un agent temporaire							
U	Entrées					Sortie	
	Etudiant 3e cycle	Age du vacataire	Retraité ou assimilé	Fin de carrière établis.	Vacations occasion.	Discipline dans liste	Recevabilité d'un agent temporaire
	Booléen	Nombre	Booléen	Booléen	Booléen	Booléen	Booléen
1	= vrai	-	-	-	-	-	vrai
2	= faux	< 67	= vrai	= faux	= faux	= vrai	vrai
3	= faux	< 67	= vrai	= faux	= faux	= faux	faux
4	= faux	< 67	= vrai	= faux	= vrai	-	vrai
5	= faux	< 67	= vrai	= vrai	-	-	faux
6	= faux	< 67	= faux	-	-	-	faux
7	= faux	≥ 67	-	-	-	-	faux



Processus de soutenance



I
S
Pr
Lg
Lt
Ph
G

Sous-processus

Automatisation des décisions

Automatiser les prises de décisions opérationnelles

Introduire 3 solutions pour l'Automatisation des prises de décisions

Introduire 3 modèles CIM, PIM & PSM de la Model Driven Architecture

Projeter les 3 solutions sur les 3 modèles MDA pour les comparer

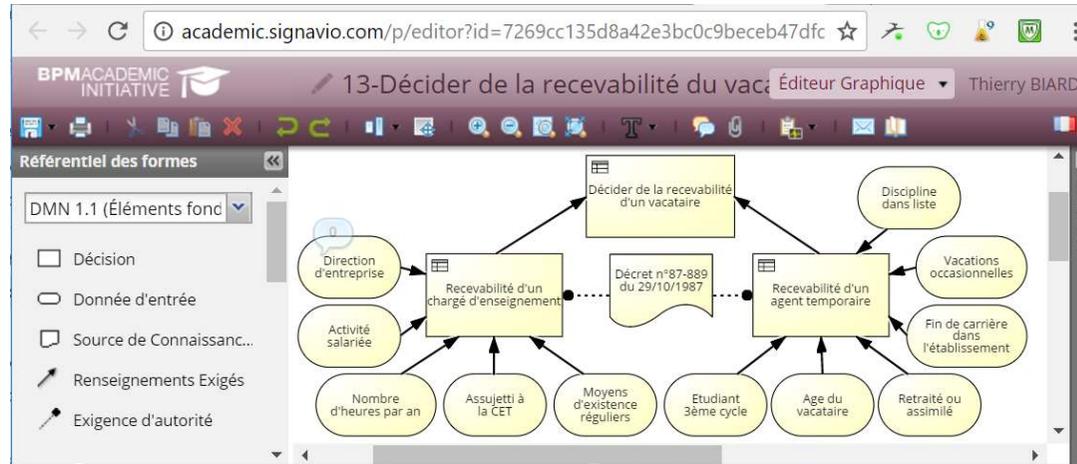


3 solutions pour l'automatisation

Modeleur
DMN



SIGNAVIO Process Manager



Solution 1
spécifique

Solution 2
générique

Solution 3
intégrée

DRL (Drools Rule Language)
+ DMN Formulae Java8~1.jar

DMN 1.1 XML
(Modèle interchangeable)

(Pas d'accès
aux fichiers)

Moteurs
de règles



3 modèles CIM, PIM & PSM de la MDA (Model Driven Architecture)



3 modèles MDA	Description
CIM (Computation Independent Model)	Modèle de représentation du métier, indépendant de toute considération informatique
PIM (Platform Independent Model)	Modèle de conception pour l'informatique, indépendant de la plate-forme d'exécution
PSM (Platform Specific Model)	Modèle de conception pour l'informatique, spécifique à la plate-forme d'exécution



Solution 1 spécifique : 1/2 Principe

3 modèles MDA	Solution 1 spécifique Drools
CIM (Computation Independent Model)	DRD (Decision Requirements Diagram) + Tables de décision
PIM (Platform Independent Model)	x
PSM (Platform Specific Model)	DRL (Drools Rule Language) + DMN Formulae Java8~1.jar

800 lignes de code DRL (Drools Rule Language)
générées à partir du modèle DMN
(Diagramme + Tables de Décision)

+ 1 bibliothèque de fonctions spécifiques à importer

➔ Effort de mise en œuvre du code Java mal documenté



Solution 1 spécifique : 2/2 Code DRL

Les modeleurs DMN vérifient la **complétude** et la **cohérence** des tables de décision

U	Entrées					Sortie
	Direction entreprise	Activité salariée	Nombre d'heures par an	Assujetti à la CET	Moyens existence réguliers	Recevabilité d'un chargé enseignement
	Booléen	Booléen	Nombre	Booléen	Booléen	Booléen
1	= vrai		-	-	-	vrai
2	= faux	= vrai	≥ 900	-	-	vrai
3	= faux	= vrai	< 900	-	-	faux
4	= faux	= faux	-	= vrai	-	vrai
5	= faux	= faux	-	= faux	= vrai	vrai
6	= faux	= faux	-	= faux	= faux	faux

*DeciderRecevabiliteVacataireDMN.drl

```

607 rule "recevabiliteChargeEnseignement_rule_2"
608   when
609     $F : DmnFormulaeLocal( )
610     $H : DmnHierarchyFormulae( )
611     not(
612       RecevabiliteChargeEnseignement_Output(
613         not(
614           RecevabiliteChargeEnseignement( ) )
615         $input : Input( )
616         eval( $F.nullSafeEval($F.equals($input.getDirectionEntreprise(), false)) )
617         eval( $F.nullSafeEval($F.equals($input.getActiviteSalariee(), true)) )
618         eval( $F.nullSafeEval(($F.greaterThanOrEqualTo($input.getNombreHeuresParAn(), BigDecimal.valueOf(900.0)))) )
619       )
620     then
621       RecevabiliteChargeEnseignement $recevabiliteChargeEnseignement = new RecevabiliteChargeEnseignement();
622       $recevabiliteChargeEnseignement.setRecevabiliteChargeEnseignement(true);
623       $recevabiliteChargeEnseignement.setIndex(1);
624       insert($recevabiliteChargeEnseignement);
625       $logger.info("Rule recevabiliteChargeEnseignement_rule2 fired:");
626       $logger.info("  Inputs: " + $input.getDirectionEntreprise() + ", " + $input.getActiviteSalariee() + ", " + $input.getNombreHeuresParAn());
627     end
  
```

Solution 2 générique : 1/3 Principe

3 modèles MDA	Solution 2 générique
CIM (Computation Independent Model)	DRD (Decision Requirements Diagram) + Tables de décision
PIM (Platform Independent Model)	DMN 1.1 XML (Modèle interchangeable)
PSM (Platform Specific Model)	x

550 lignes de code XML (eXtensible Markup Language)
générées à partir du modèle DMN
(Diagramme + Tables de Décision)

Editeurs du modeleur et du moteur de règles à mettre
d'accord → Effort de mise en œuvre important

Solution 2 générique : 2/3 DMN 1.1 XML



```

<decision name="recevabiliteChargeEnseignement" id="id-6213f97ea91559c08b37fb62ad5bc265"
  <variable typeRef="signavio:recevabiliteChargeEnseignement" name="recevabiliteChargeE
    <requiredInput href="#id-d0e2a9ef502ef130cb19a8f7124cc8c9"/>
  </informationRequirement>
  <decisionTable hitPolicy="UNIQUE">
    <input id="id-c5209d53823d7556c06c64af70ce8a23" label="
      <inputExpression typeRef="signavio:directionEntrepre
        <text>directionEntreprise</text>
      </inputExpression>
    </input>
    <input id="id-3b8b20f799d12862a0e1e19f76550feb" label="
      <inputExpression typeRef="signavio:activiteSalariee
        <text>activiteSalariee</text>
      </inputExpression>
    </input>
    <input id="id-f87f6168c1df90d690e519f22554ad0a" label="
      <inputExpression typeRef="signavio:nombreHeuresParA
        <text>nombreHeuresParAn</text>
      </inputExpression>
    </input>
    <rule id="id-bfa03bfe333020f0d9
      <description>string(-)</des
      <inputEntry>
        <text>>false</text>
      </inputEntry>
      <inputEntry>
        <text>>true</text>
      </inputEntry>
      <inputEntry>
        <text>&gt;= 900</text>
      </inputEntry>
      <inputEntry>
        <text>-</text>
      </inputEntry>
      <inputEntry>
        <text>-</text>
      </inputEntry>
      <inputEntry>
        <text>-</text>
      </inputEntry>
      <outputEntry>
        <text>>true</text>
      </outputEntry>
    </rule>
  </decisionTable>
  </decision>
  
```

Recevabilité d'un chargé d'enseignement

U	Entrées					Sortie
	Direction entreprise	Activité salariée	Nombre d'heures par an	Assujetti à la CET	Moyens existence réguliers	Recevabilité d'un chargé d'enseignement
	Booléen	Booléen	Nombre	Booléen	Booléen	Booléen
1	= vrai	-	-	-	-	vrai
2	= faux	= vrai	≥ 900	-	-	vrai
3	= faux	= vrai	< 900	-	-	faux
4	= faux	= faux	-	= vrai	-	vrai
5	= faux	= faux	-	= faux	= vrai	vrai
6	= faux	= faux	-	= faux	= faux	faux

Solution 2 générique : 3/3 Code Java

```
*DeciderRecevabiliteVacataireSignavio.java
40 @Test
41 public void testRecevabiliteVacataire() {
42     DMNRuntime runtime = DMNRuntimeUtil.createRuntime( "13-Decider-recevabilite-vacataire-DMN.dmn", this.getClass() );
43     DMNModel dmnModel = runtime.getModel( "http://www.signavio.com/dmn/1.1/diagram", "13-Decider-recevabilite-vacataire-DMN" );
44     assertThat( dmnModel, notNullValue() );
45     DMNContext context = DMNFactory.newContext();
46     context.set( "directionEntreprise", true);
47     context.set( "activiteSalariee", false);
48     context.set( "nombreHeuresParAn", 800);
49     context.set( "assujettiCet", true);
50     context.set( "moyensExistenceReguliers", true);
51     context.set( "etudiant3emeCycle", true);
52     context.set( "ageVacataire", 55);
53     context.set( "retraiteOuAssimile", false);
54     context.set( "finCarriereDansEtablissement", false);
55     context.set( "vacationsOccasionnelles", false);
56     context.set( "disciplineDansListe", false);
57     DMNResult dmnResult = runtime.evaluateAll( dmnModel, context );
58     DMNContext result = dmnResult.getContext();
59     System.out.println( "Recevabilité du Vacataire : " + result.get( "deciderRecevabiliteVacataire" ) + "\n");
```

Chargement du modèle DMN

Fixer les valeurs des données d'entrée, puis évaluer selon les règles métier

Récupération du résultat, puis affichage

```
<terminated> DeciderRecevabiliteVacataireSignavio [JUnit] C:\Program Files\Java\jre1.8.0_131\bin\javaw.exe (28 mai 2017 à 09:04:45)
09:04:46.328 [main] INFO o.d.core.util.ServiceDiscoveryImpl.discoverFactories:54 - Discovered kie.conf url=file:/C:/Users/thier/Docu
09:04:46.395 [main] INFO o.d.core.util.ServiceDiscoveryImpl.processKieAssemblers:114 - Adding Assembler org.kie.dmn.core.assembler.D
09:04:46.395 [main] INFO o.d.core.util.ServiceDiscoveryImpl.processKieWeavers:126 - Adding Weaver org.kie.internal.weaver.KieWeavers
09:04:46.395 [main] INFO o.d.core.util.ServiceDiscoveryImpl.processRuntimes:101 - Adding Runtime org.kie.dmn.api.core.DMNRuntime

Recevabilité du Vacataire : true ← Résultat
```

➔ Code Java concis. Résultat peu spectaculaire

Solution 3 intégrée : 1/1 Principe

3 modèles MDA	Solution 3 intégrée Signavio
CIM (Computation Independent Model)	DRD (Decision Requirements Diagram) + Tables de décision
PIM (Platform Independent Model)	x
PSM (Platform Specific Model)	x

Solution intégrée 100 % Signavio

d'automatisation des processus et des décisions métier

➔ Ni fichiers ni code. Déploiement simple et rapide

➔ Mais solution payante et propriétaire



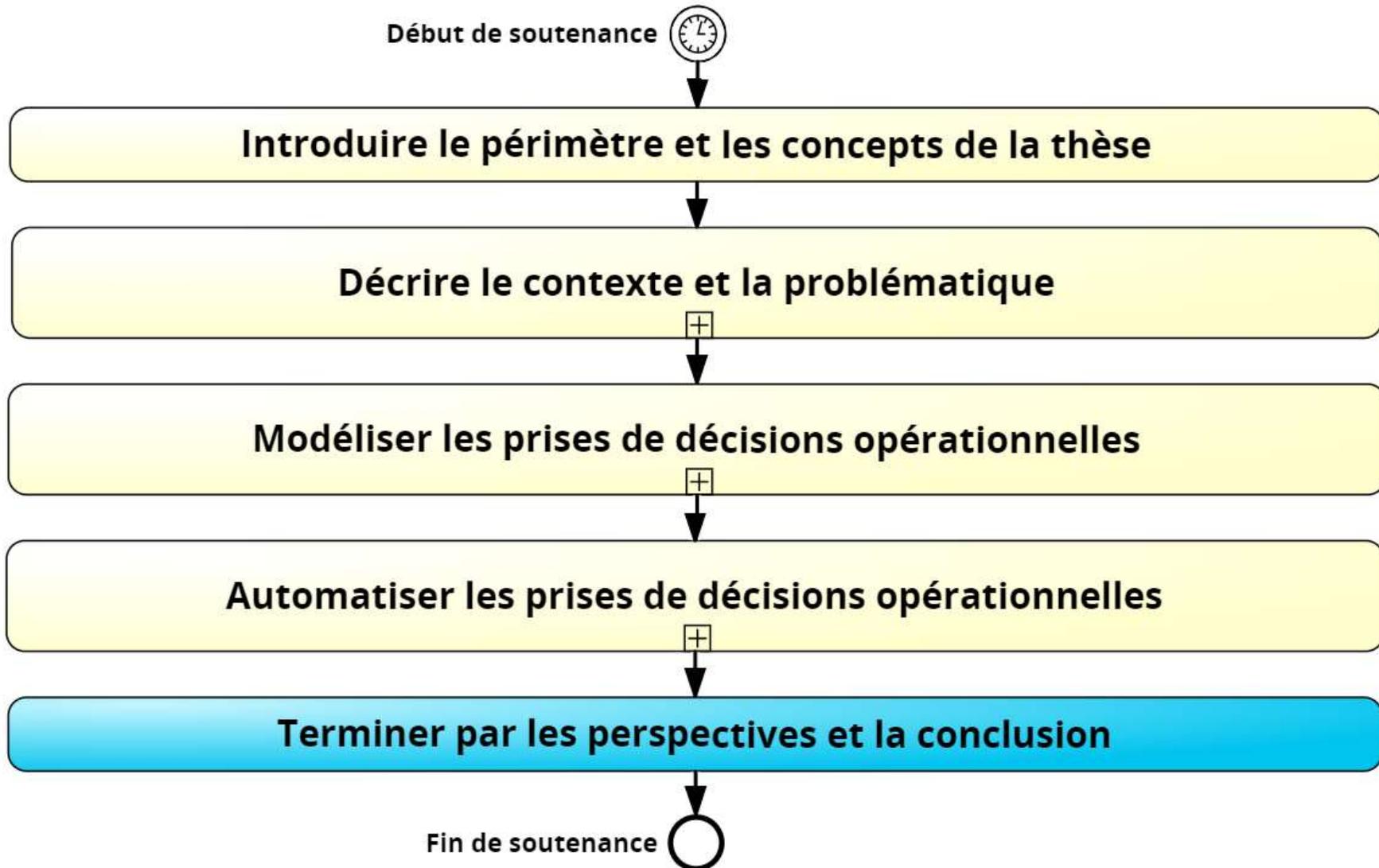
Comparaison des 3 solutions

MDA	Solution 1 spécifique Drools	Solution 2 générique	Solution 3 intégrée Signavio
CIM	DRD (Decision Requirements Diagram) + Tables de décision	DRD (Decision Requirements Diagram) + Tables de décision	DRD (Decision Requirements Diagram) + Tables de décision
PIM	X	DMN 1.1 XML (Modèle interchangeable)	X
PSM	DRL (Drools Rule Language) + DMN Formulae Java8~1.jar	X	X

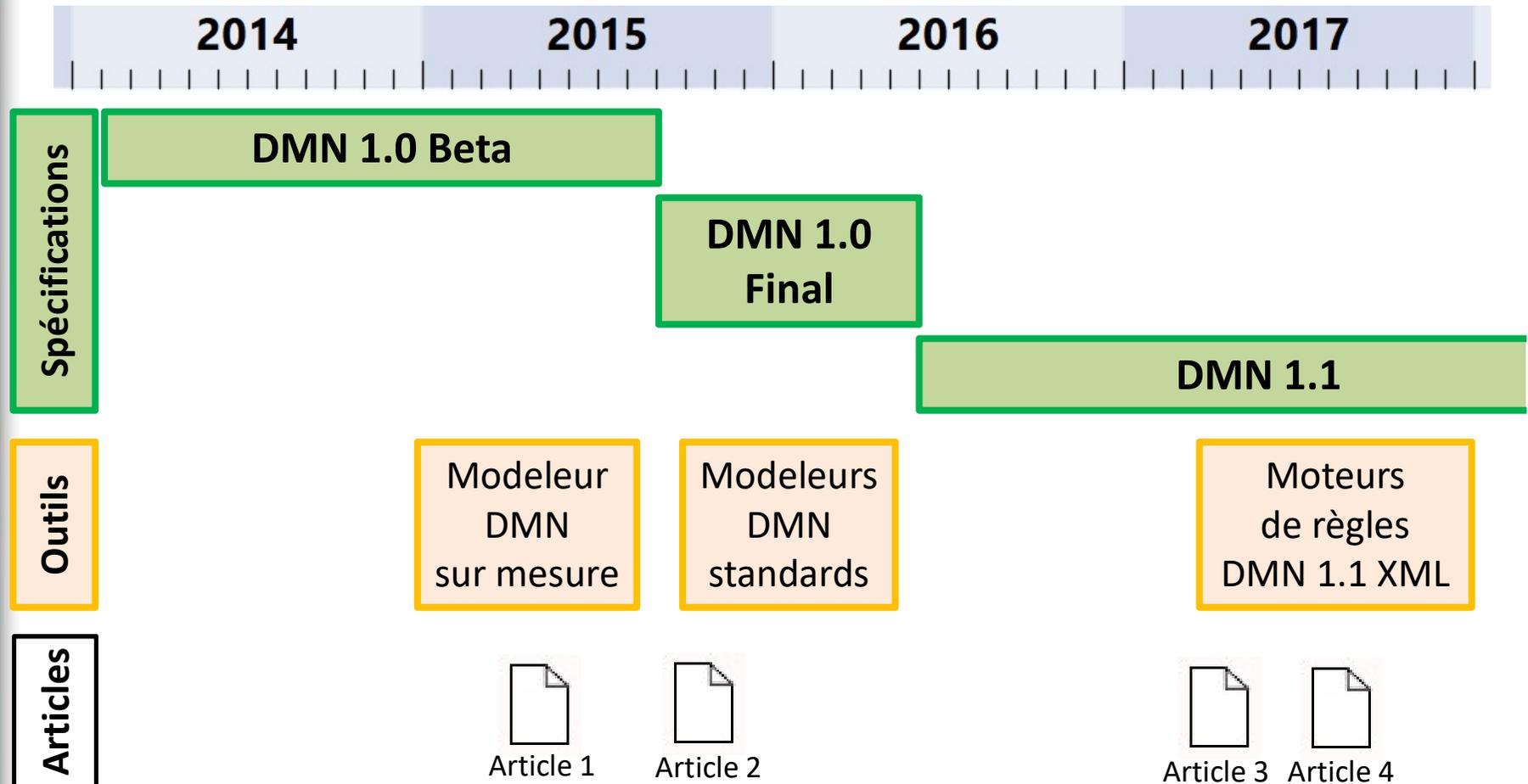
→ La solution 2 générique est la plus intéressante, car indépendante de toute plateforme



Processus de soutenance



Timing presque parfait



Thèse Modélisation et Automatisation des prises de Décisions

Perspectives

- Solution 2 générique, indépendante des moteurs de règles, devrait se développer
- Evolutions attendues dans la prochaine version de DMN (équipe de l'OMG active)
- DMN en complément des solveurs de contraintes pour calculer le score des solutions
- Vers l'Intelligence Artificielle ?
- Généralisation à d'autres domaines métier (différents de Banque-Assurance & Transport)
- Formalisation des règles du domaine métier de l'Architecture d'Entreprise notamment !

Contribution

- Pionnier pour la modélisation des prises de décisions opérationnelles avec DMN (France)
- Avec une démarche d'Architecture d'Entreprise selon la méthode Praxeme, de haut en bas
- Vulgarisation du langage DMN méconnu :
4 articles dans 4 conférences (inter) nationales
(Easy-DIM 2014, PRO-VE 2015, CIGI 2017, INFORSID 2017)
- Pionnier pour l'automatisation DMN 1.1 XML.
L'usage en milieu industriel doit être développé

Conclusion

- Représentation graphique relativement simple
- Formalisme des tables de décision éprouvé
- Découplage entre processus et décisions
- Complémentarité forte de DMN avec BPMN
- Automatisation possible des prises de décisions
- 3 solutions différentes, dont une générique, directement à partir d'un modèle DMN
- Mise en œuvre par programmation Java
- Démarche méthodologique à développer
- Intégration dans la méthode Praxeme (but)
- Vers le triptyque idéal Méthode-Langage-Outil

Modélisation

Automatisation

Méthode

Contribution

- Pionnier pour la modélisation des prises de décisions opérationnelles avec DMN (France)
- Avec une démarche d'Architecture d'Entreprise selon la méthode Praxeme, de haut en bas
- Vulgarisation du langage DMN méconnu :
4 articles dans 4 conférences (inter) nationales
(Easy-DIM 2014, PRO-VE 2015, CIGI 2017, INFORSID 2017)
- Pionnier pour l'automatisation DMN 1.1 XML.
L'usage en milieu industriel doit être développé