

# Systemes d'Information pour la Production

Modélisation de processus métiers avec BPMN

E. Tranvouez  
([erwan.tranvouez@univ-amu.fr](mailto:erwan.tranvouez@univ-amu.fr))



**Départ. Génie Industriel  
& Informatique**

# Propos Liminaires

---

# Un peu de vocabulaire : B2C

- ❑ B2C : Business to Customer/Consumer ~ relation **directe** commerciale «classique» entreprise => Client particuliers
  - *Définition générale* : ensemble des relations commerciales visant les particuliers
  - Ex :
    - Vente en ligne directe de l'industriel (équivalent des anciens magasins d'usine )
    - Place de marché (ex. Amazon, Ebay, LeBonCoin...)
  - Impact SI :
    - Analyse besoin commercial (Big Data)
    - Mise en valeur du catalogue
    - Gestion du processus de vente (paiement)
    - Suivi Client (fidélisation, e-réputation ...)
- ❑ Finalement, c'est du « commerce de détail » revu à la sauce internet...

# Un peu de vocabulaire : B2B

- B2B : Business to Business ~ commerce inter-entreprise
  - *Définition générale* : ensemble des relations commerciales entre 2 entreprises
  - Exemples de relations commerciales :
    - Acquisition de matières premières ou intermédiaire (produit brut en vue d'une transformation => valeur ajoutée)
    - Acquisition de produits finis => intermédiaire commercial
    - Externalisation de service => produit « immatériel »
  - Conséquences en termes de SI
    - Coordination/intégration des informations
    - Automatisation des échanges d'information pour éviter les délais de transformation (saisie manuelle d'une commande, ou re saisie ...)
    - => coordination des processus d'entreprise
    - **Révisions** : quelle solutions sont envisageables ?

# Un peu de vocabulaire

## ❑ C2C : Customer to Customer

- *Définition générale* : Création d'une place de marché où des clients particuliers peuvent réaliser des transactions commerciales
  - *Exemple* : Ebay, LeBonCoin, ...
- *Impact SI* : place de marché virtuelle => E Commerce
- A noter, ces places de marché s'ouvrent rapidement aux entreprises ...
- Approche différenciées : marché ouvert, spécialisé ...

## ❑ Et pour votre culture ...

- B2G : Business to Gouvernement
  - Caractérise les relations commerciales entre une entreprise et un organisme gouvernemental

# Définitions (rappel ?)

## ❑ Exigence :

- *Besoin ou attente d'une organisation, d'un processus...*
- Peut s'appuyer sur des indicateurs ou toute mesure à même de mesurer sa satisfaction.

## ❑ Efficacité :

- *Capacité à atteindre des objectifs*
- Objectifs définis en termes de quantités, qualités, délais, coûts....

## ❑ Efficience :

- Capacité à atteindre des objectifs tout en optimisant les ressources employées (personnel, matériel, finances)

## ❑ Contexte SI / BPM ? (see next)

# Autour du BPMN : approche processus

---

# Retour sur l'approche Processus

## ❑ Sentiment de déjà vu ?

- ⇒ **Démarche Qualité** : ISO 9001 & cartographie des processus, cercle qualité (y compris transversaux)
- ⇒ **Ingénierie SI** : méthodes MERISE avec MCT & MOT
- ⇒ **Ingénierie Logiciel** : processus de développement / cycle de vie
- ⇒ **Génie Industriel** : ingénierie concourante

## ❑ Une définition par Thomas H. Davenport (*consultant Business-IT*)

- *A **process** is a specific ordering of **work activities** across **time and place**, with a beginning, an end, and clearly-defined inputs and outputs: a structure for action.*

## ❑ Un processus :

- *A des entrées & des sorties*
- *Des contraintes & des ressources*
- *Peut précéder/suivre un autre processus*



# Généralité sur les Processus

## □ Catégorie de processus :

- **Processus métiers /de réalisation** : processus lié directement aux besoins clients (ex. fabrication produit)
- **Processus support** : processus contribuant au fonctionnement des processus métiers (ex. gestion des stocks)
- **Processus de pilotage** : sorte de méta processus, est chargé de diriger l'entreprise et donc les autres processus

# Business Process Management (BPM)

- ❑ La gestion des processus d'entreprise/métiers d'un point de vue SI, c'est proposer des solutions informatiques pour leur assistance /automatisation
- ❑ BPMI (*Business Process Management Initiative* - 2000) : consortium\* d'entreprises travaillant à la standardisation des processus métiers, en interne et en externe (B2B).
  - => un vocabulaire commun
  - => notation graphique unifiée (« à la UML »)
  - => réflexion sur l'interopérabilité des systèmes gérant les processus.
  - A depuis rejoint l'OMG (Object Management Group) déjà connu pour UML, XML, MDA, CORBA...

\* à but non-lucratif

# Intérêt du BPM d'après le BPMI

- ❑ *Compréhension* des processus actuels (audit)
- ❑ *Optimisation* des processus
- ❑ *Continuité* : mémoire de l'organisation (cité dans le cas de fusion/acquisition d'entreprises)
- ❑ *Externalisation* : identification des processus «secondaires», à faible valeur ajoutée...
- ❑ *Implémentation* : idem que précédemment mais coté outil
- ❑ *Automatisation*
- ❑ *Coordination*
- ❑ *Efficacité*
- ❑ *Conformité*
- ❑ *Innovation...*

# Retours sur Efficacité / Efficience

## □ Efficacité

- *Approche BPM* : audit de processus, identification des causes (organisationnelles, techniques, ...) des défaillances du processus ..
- *Approche SI* : Idem, avec prise en compte des causes dues à l'outil
- => différence entre ce qui est prescrit (par les processus, tels qu'ils sont mis en œuvre dans l'outil) et ce qui est fait (à tort/à raison).

## □ Efficience

- *Approche BPM* : Optimisation de processus
- *Approche SI* : Idem avec adaptation des outils au processus.

# Pourquoi insister sur ces définitions ?

## □ Parce que définir des processus c'est :

### 1. Auditer ce qui existe

- Processus non formalisés, déjà formalisés (démarche qualité), déjà implantés (workflow existant)
- Implique dialogue **avec** les acteurs !
- => facteur humain : il faut un dialogue ouvert et libre (*no blame!*), capacité de remise en cause personnelle avec attitude professionnelle\*, savoir ce qui est réellement fait...

### 2. Définir un processus (*cf suite cours*)


### 3. Valider le processus (simulation)

### 4. Implémenter le processus (dans un système de Workflow, un ERP...)

### 5. Contrôler / Améliorer (Goto 1)

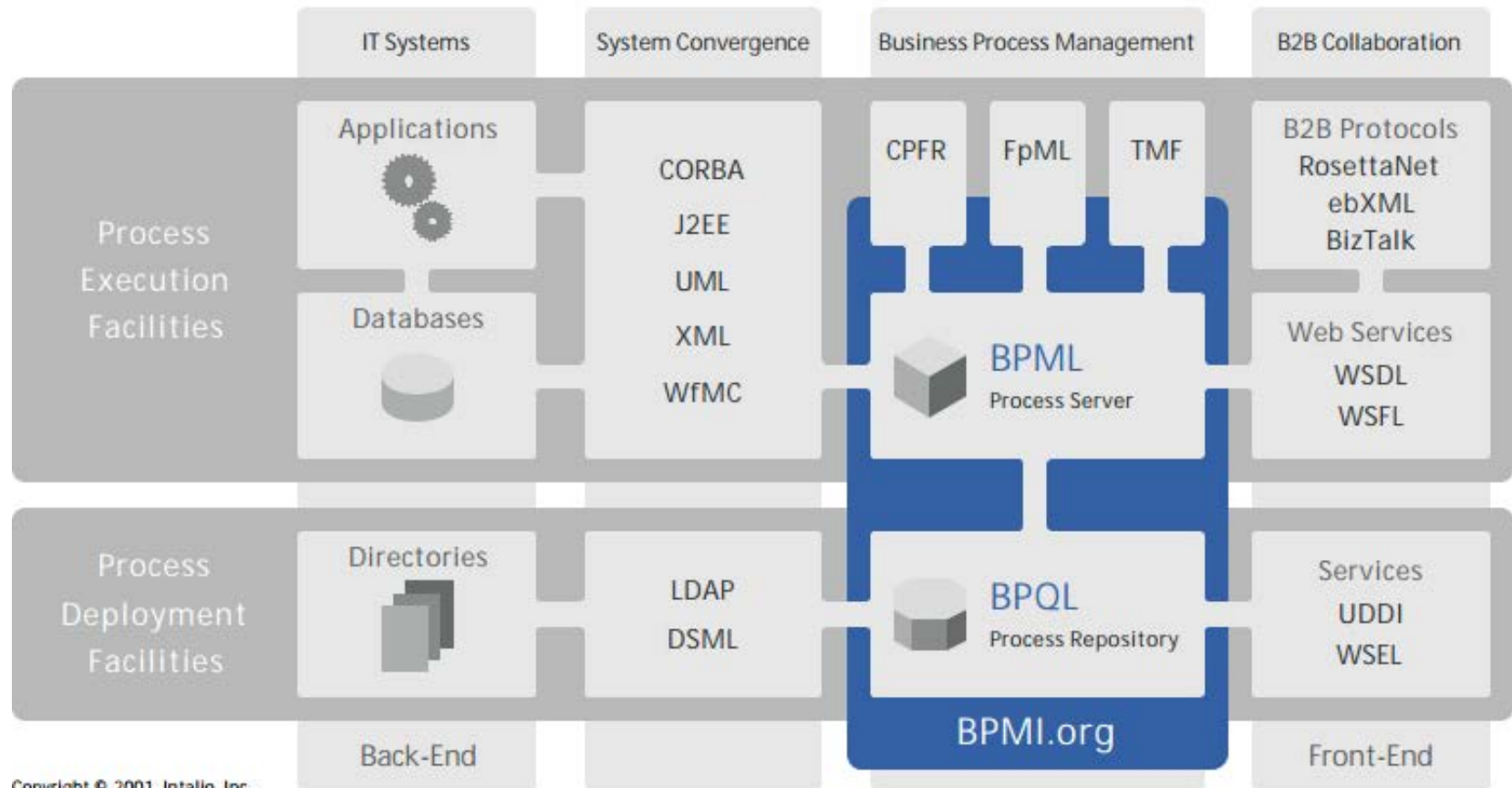
\* Voir par exemple le cours de la Microsoft Virtual Academy sur l'utilisation de l'approche Kanban aux processus d'ingénierie logicielle <https://mva.microsoft.com/en-US/training-courses/using-kanban-jump-start-8659>

# Propositions autour du BPM

- ❑ BPMN () pour Business Process Model & Notation (BPMI/OMG)
  - Notation graphique unifiée permettant de décrire/spécifier des processus métiers. Basé sur UML.
- ❑ BPEL pour Business Process Execution Language (OASIS)
  - Destiné à la mise en œuvre des processus métiers au niveau logiciel
  - Langage à base d'XML permettant l'échange de données/partage de tâches (au sens workflow) à l'aide de Services
- ❑ BPQL : Business Process Query Language
  - Permet de suivre l'exécution/instance des Processus métiers dans un SI

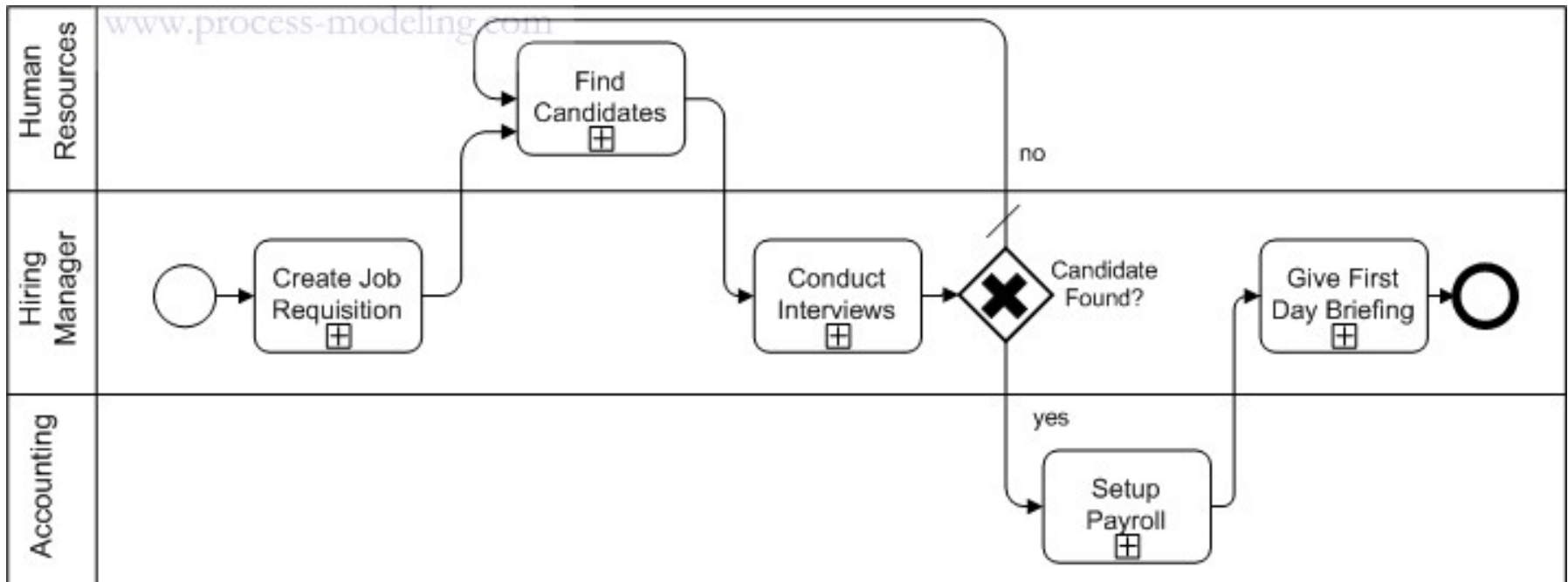
# Propositions du BPMI ... l'écosystème Workflow...

- ❑ Donc, BPMN pour la spécification...
- ❑ ... *pour ensuite implémenter ceci*



# BPMN : un exemple simple

- ❑ On retrouve l'objectif d'une notation relativement simple accessible aussi bien par des experts métiers et des ingénieurs informaticiens (dialogue).
- ❑ On reconnaît bien le diagramme d'activité d'UML...





# BPM : cas d'étude (bref)

- ❑ ArcelorMittal Foundation : organisation caritative privée
  - Partenaire avec 48 municipalités
  - 14 programmes d'aide (éducation, santé, environnement, culture)
- ❑ Avant BPM :
  - Travail manuel important : demande projet « papier »
  - Bases de données séparées, dossier projets papiers => perte de données ou perte de temps pour les (re)trouver
  - Charge d'évaluation importante avec nombreux intervenants
  - Processus de sélection des projets sous performant

# BPM : cas d'étude (bref)

## ❑ Objectif de l'approche BPM

- Développer un travail collaboratif centré processus
- Développer interactions des acteurs (flexibilité)
- Plateforme Web
- Réduction durée traitement (et donc augmenter nb de dossiers évalués)

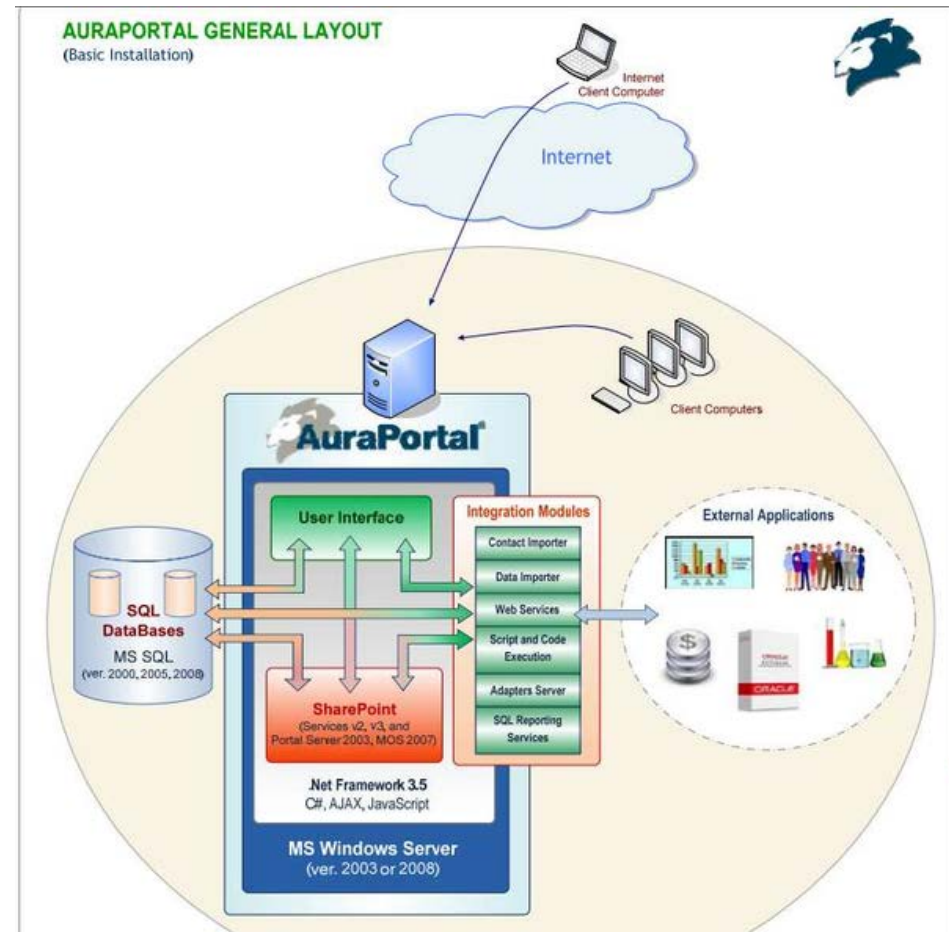
## ❑ Après BPM :

- Automatisations des processus
- Unification/Intégration des informations
- Recours a une Société de conseil externe (BPM)

# BPM : cas d'étude (bref)

## □ Résultats

- Nb projets reçus : 714 -> 1 525
- Durée saisie projet : 1j -> 15 min
- Taux de réponses / an : 50% -> 100%
- Nb de projets traités par mois (ressources) : 12 (5) -> 42 (3)



# Concepts et syntaxe du BPMN

---

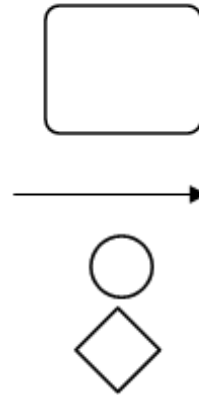
# Pourquoi BPMN

- ❑ Plusieurs langage de modélisation de processus
  - Réseau de Petri : Avantages : formel, prouvable, simulable
  - IDEF0
  - OSSAD (Office Support System Analysis and Design)
  - UML
  - MERISE
  - Modèles propriétaires liés aux outils de conception et de développement de Système de gestion de Workflow
- ❑ Pour les mêmes raisons qu'UML, proposition d'un modèle unifié
  - Risque ? Un nième modèle => d'où le regroupement d'acteurs industriels au départ (BPMI) puis la puissance de frappe de l'OMG

# Principe général

□ BPMN est une spécialisation du diagramme d'activité UML, on retrouvera donc les concepts suivants :

- Activité
- Transition
- Événement (*event*)
- Branchement (*gateway*)
- Couloirs (*swimlane*)



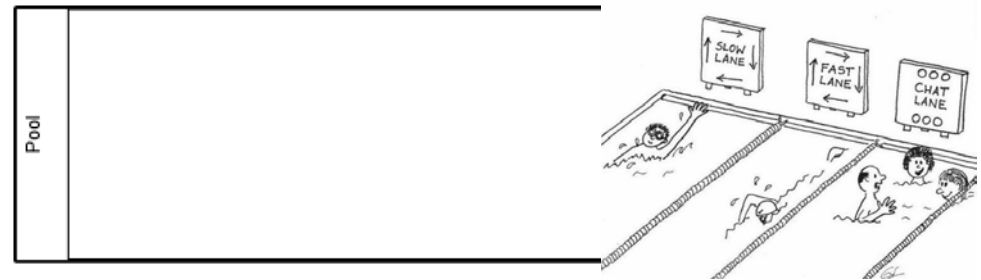
□ A noter, le document officiel de l'OMG spécifiant BPMN 2.0 fait 500 pages...

- => [www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF](http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/PDF)

□ Un site pour débiter : [www.bpmnquickguide.com](http://www.bpmnquickguide.com)

# Concept de couloir (swimline)

- ❑ Un couloir caractérise le contexte du processus en terme d'acteurs (participants) : adresse la question du « *Qui fait quoi* ».












- ❑ 2 types de couloirs

- **Pool** : caractérise un participant, voire une organisation ou un département d'une organisation. L'interaction entre 2 entreprises se représentera donc avec 2 pools.
  - **Lane** : permet de subdiviser une Pool, lorsque plusieurs participants/acteurs interviennent dans un processus.
- ❑ **Collaboration** : Interaction entre 2 couloirs (pool), l'un décrivant un acteur « externe » au processus dont on n'a pas à connaître le processus interne => messages s'arrêtent au contour du couloir.
- ❑ Une activité doit être dans un couloir (pas à cheval !)

# Concept d'évènement

- ❑ Quelque chose qui est extérieur au processus et qui aura un impact sur le déroulement du processus.
- ❑ 3 types d'évènement principaux :

Evènement	Description	Symbole
Début	Evènement qui déclenche le processus	
Intermédiaire	Evènement pouvant arriver en cours d'exécution du processus (entre les évènements Début et Fin).	
Fin	Marque la fin du processus. Peut servir de résultat d'un sous-processus.	

- ❑ Et beaucoup de sous types d'états (~40) :       
- ❑ **Remarque** : un évènement recouvrant le bord d'une activité indique une interruption de l'activité causé par un évènement => cet évènement déclenchera à son tour une activité de secours.



# Concepts d'activité

□ **Activité** : correspond à un travail réalisé par l'organisation modélisée dans le processus.

- Peut être atomique (tâche)
- ou composée (elle-même décrite par un sous-processus).

■ Exemple de tâches

- Envoi/réception de message



- tâche utilisateur avec assistance d'un logiciel



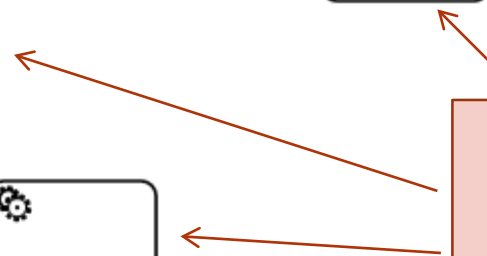
- Tâche manuelle :







- Tâche réalisée par un service







Remind you  
of anything ?  
=> MOT MERISE

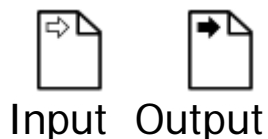


# Concept de Passerelle/Gateway

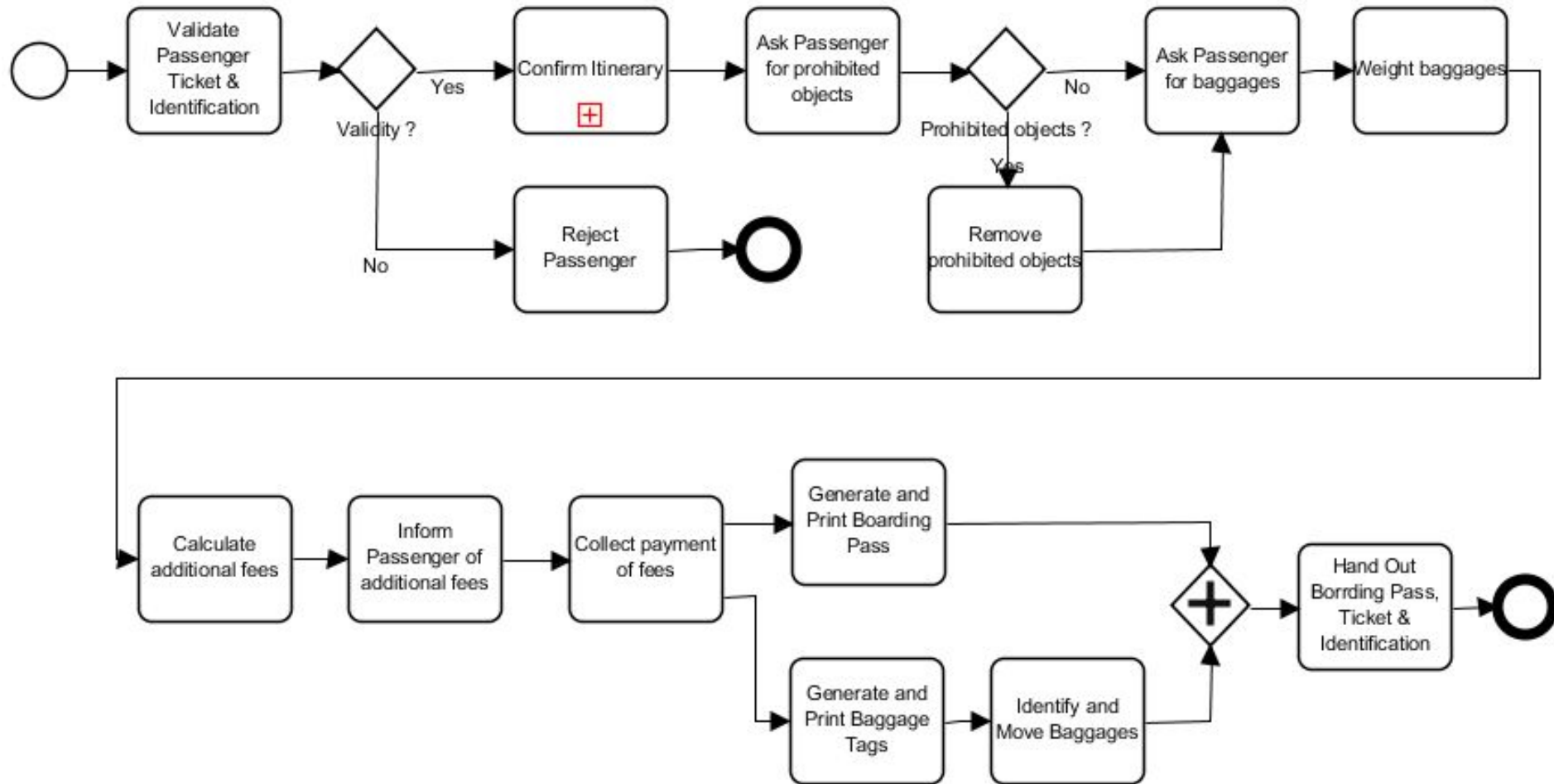
- ❑ Permet de gérer les entrées/sorties multiples d'une activité et les conditions s'y afférant.
  - => détermine la fusion/coordination/synchronisation des évènements ou résultats d'autres activités conduisant au déclenchement de l'activité.
- ❑ Différents types de passerelles (liste non exhaustive)
  - **Passerelle exclusive (XOR)** :  
    - 1 seul des flux entrant ou sortant possible)
  - **Passerelle inclusive (OR)** : 
    - Si au sein l'intérieur d'un même couloir (lane) => implique parallélisme (et donc synchronisation)
    - Toutes les conditions sont évaluées
  - **Passerelle pour gérer les activités parallèles** :  pour le lancement des activités // (fork) ou leur synchronisation (join).

# Concept de flux (flow) et de données

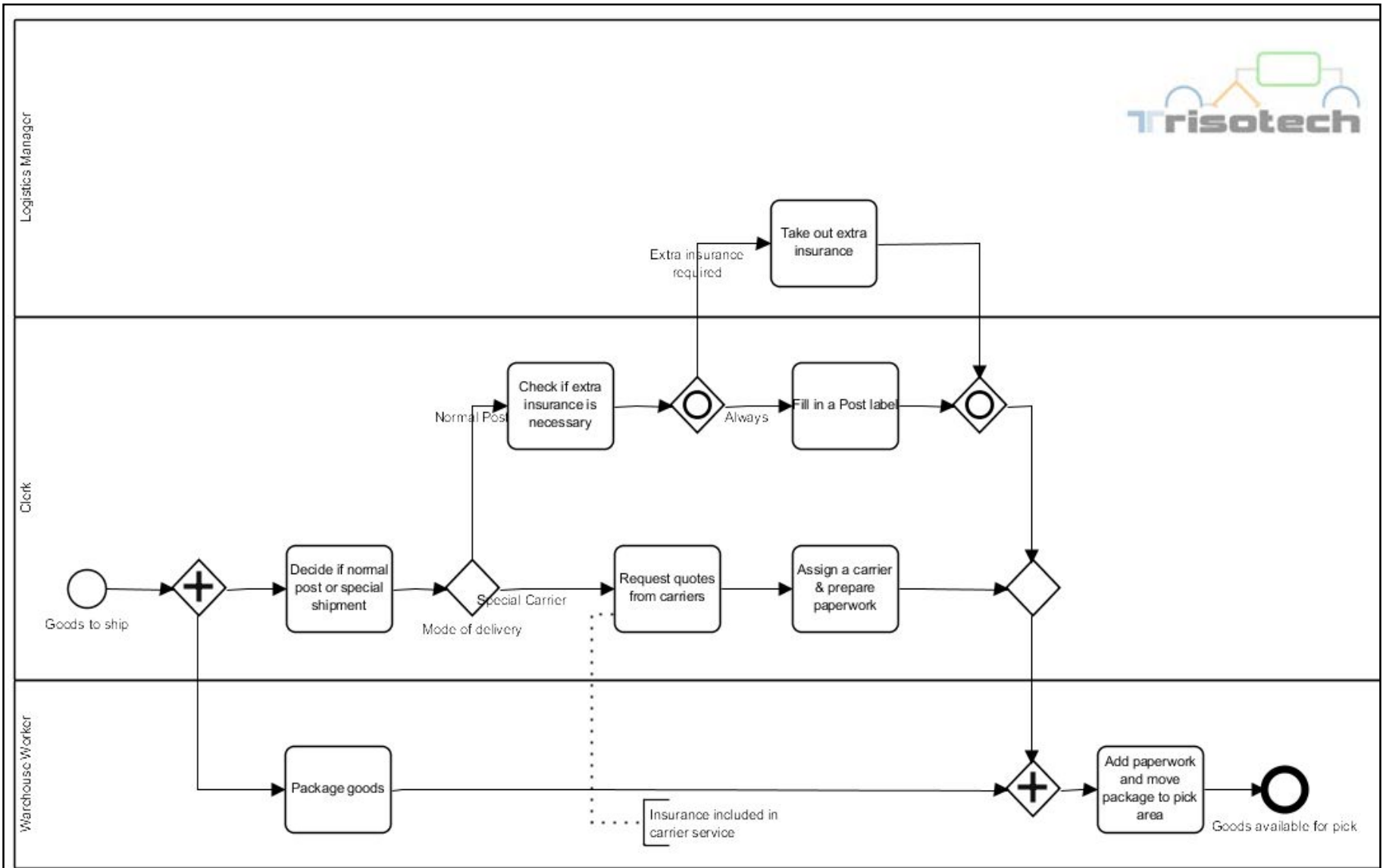
- ❑ Correspond à une transition dans le diagramme d'activité
- ❑ 2 types principaux :
  - Séquence : 
    - Marque l'enchaînement (ordre) de deux activités
    - Syntaxe : doivent rester à l'intérieur d'un Pool, ne peuvent sortir d'un sous processus.
  - Message : 
    - Représente un flux d'information entre 2 participants (donc entre 2 pools)
- ❑ Autres connecteurs : rôle de « documentation » permettant de relier avec d'autres objets graphiques
  - Association  
- ❑ Données : informations utiles à l'activité (ou résultat)



# Exemple 1 : Processus enregistrement compagnie aérienne (www.bpmn.org)

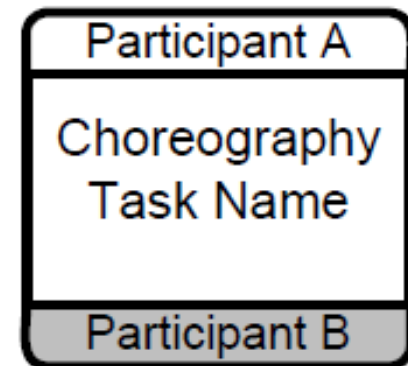


# Exemple 2 : Commerce de détail, envoi de produits au client (www.bpmn.org)

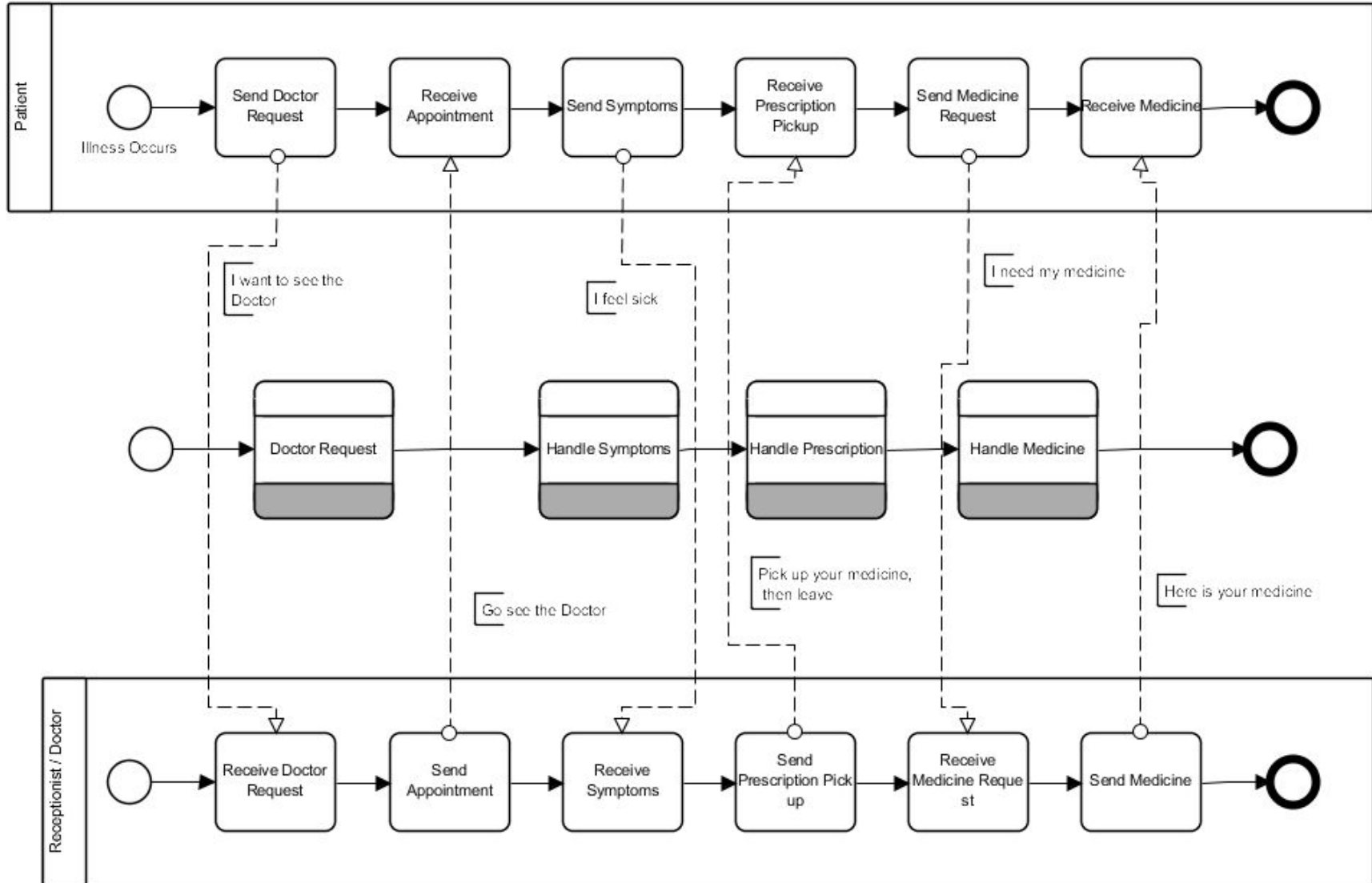


# Rapide addendum : Chorégraphie

- ❑ Chorégraphie : est au BPMN ce que le diagramme de collaboration UML est au diagramme de séquence. Considère une situation de dialogue entre 2 participants.
- ❑ Les tâches sont des activités atomiques auxquelles ont été rajoutée les noms des participants impliqués.
  - Elles représentent l'ensemble des messages échangés par les acteurs.
  - Le participant « actif » est marqué d'un font gris.

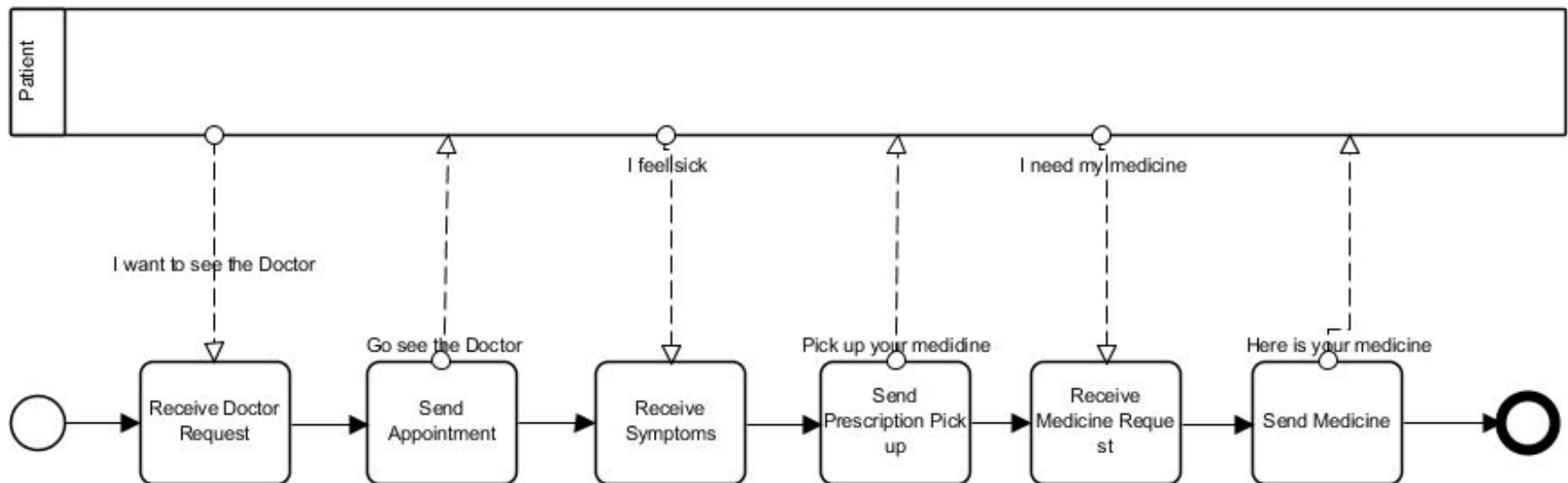


# Rapide addendum : Chorégraphie exemple



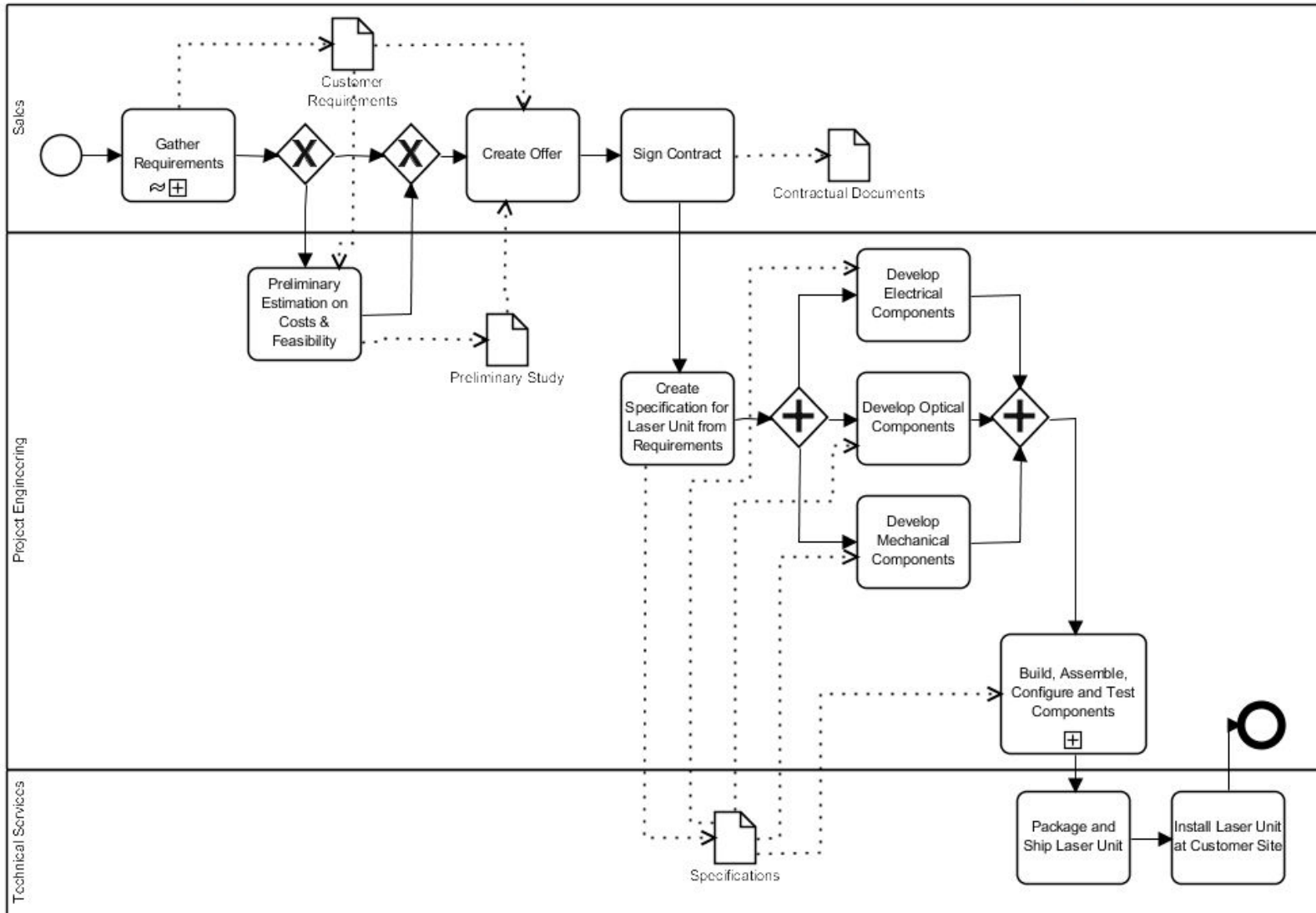
# Rapide addendum : Cas du dialogue patient => abstraction...

On ne s'intéresse pas au processus interne du patient





# Dernier exemple : cas de production



# Outils de conception (gratuits)

## ❑ En ligne (via navigateur) :

- [www.draw.io](http://www.draw.io) : éditeurs de diagramme général (UML, BPMN).
- [bpmn.io](http://bpmn.io) : éditeur dédié BPMN, projet ouvert (projet de capacité de simulation)
- BIMP ([bimp.cs.ut.ee](http://bimp.cs.ut.ee)) : simulateur simple (pas d'édition de diagramme)

## ❑ Hors ligne (via installation)

- BIZAGI Studio (Editeur + Simulateur)
- Yaoqiang BPMN Editor ([bpmn.sourceforge.net](http://bpmn.sourceforge.net))
  - Java, OpenSource, simulation (?) (manque de documentation)
- ADONIS (Community Edition => [en.adonis-community.com](http://en.adonis-community.com))
  - Solution Windows + MS SQL Server
  - Simulation évoluée

# Modélisation d'envoi de message

## ❑ L'envoi (ou la réception) d'un message peut se faire :

- Via un évènement envoi de message
- Via une activité envoi de message

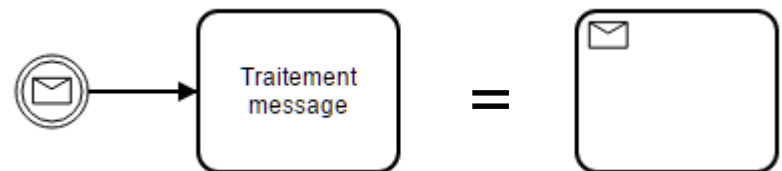
## ❑ Comment choisir :

### ■ Niveau de détail souhaité :

- l'ajout systématique d'évènements peut rallonger/compliquer le diagramme => les intégrer dans les activités peut simplifier le diagramme.

### ■ Différence sémantique :

- Evènement envoi de message = traitement instantané
- Activité envoi de message = traitement avec une durée (indique alors une tâche qui nécessite un traitement « prenant un peu de temps »), elle peut être interrompue.
- Activité "Réception de message" peut être vue comme l'équivalent d'un évènement attente message + traitement du contenu du message






# Vérification/Validation de processus exprimés en BPMN

---

Simulation !

- ❑ Le déclenchement d'un évènement peut se traduire par la création d'un jeton
- ❑ Le jeton suit le chemin des flux de message et active les activités/tâches qu'il rencontre.
  - Si Tâche :
    - Il y reste le temps de la durée de la tâche
    - Elle se termine « bien » => le jeton sort
    - En cas d'erreur «lève » une erreur attrapée par l'évènement intermédiaire erreur  (le jeton suit le chemin partant de cet évènement)
      - ~ exception en Java.
  - Si Activité composite :
    - Le jeton active l'évènement initial du processus interne
- ❑ Répéter les actions précédentes jusqu'à arriver à un état final (y compris erreur).

# Cas des passerelles

## ❑ Passerelle exclusive (XOR):

- le jeton ne suivra qu'un seul chemin.
- La décision n'est pas prise au niveau de la passerelle mais dépend du résultat de l'activité.
- **Rque** : selon sources (documentaired), recommandé de « fermer » la boucle avec une passerelle exclusive...

## ❑ Passerelle inclusive :

- produit une duplication de jetons (1 par chemin dont les conditions de franchissement sont validées)
- Si plusieurs flux en entrée => synchronisation (tous les jetons générés doivent arriver pour que la passerelle laisse passer un jeton « fusionné »)
- S'il n'y a pas de synchronisation (ou XOR) => course au jeton ! Le premier qui atteint un état final termine le process (et détermine le chemin suivi). [Démo.](#)
- Illustration Multistart event :



[Démo.](#)

# Autres paramètres de simulation

- ❑ ... en complément (ou non) de BPMN (ie spécifique aux outils de conception)
- ❑ Que faire des conditions de transition ?
  - Probabilités d'occurrence => Simulation = tirage aléatoire (lancer plusieurs pour avoir des résultats significatifs)
  - Expression des contraintes avec expression booléenne
    - Sur des variables
    - Sur des objets métiers (leurs attributs)
    - combinaison



# Critère d'évaluation des modèles BPMN

- ❑ Avant tout, **vérification syntaxique** (et sémantique) du modèle (éventuellement collectivement => conception participative)
- ❑ Evaluation intrinsèque de la complexité des modèles (nombres d'activités, flux etc.)  
=> Peut produire un indice de complexité (métrique)
- ❑ Simulation et production d'indicateurs :
  - Durée des processus
  - Coût des processus
  - Charge/Taux d'occupation des participants
  - ...

# Paramètres de simulation proposés par BIMP

- ❑ Ressources :
  - Correspondant aux participants
  - Quantification
  - Coût (horaire)
- ❑ Activités :
  - Coût, durée, ressources affectées
- ❑ Passerelles
  - Probabilités d'occurrence des valeurs déclenchantes
- ❑ Processus :
  - **Nb d'instanciation du processus** : revient à donner le nombre de jetons à générer
  - **Fréquence d'arrivée** : distribution (loi) des n instances dans le temps (pour détecter la robustesse des processus en cas de pics d'activités / goulot d'étranglement).

# Résultats

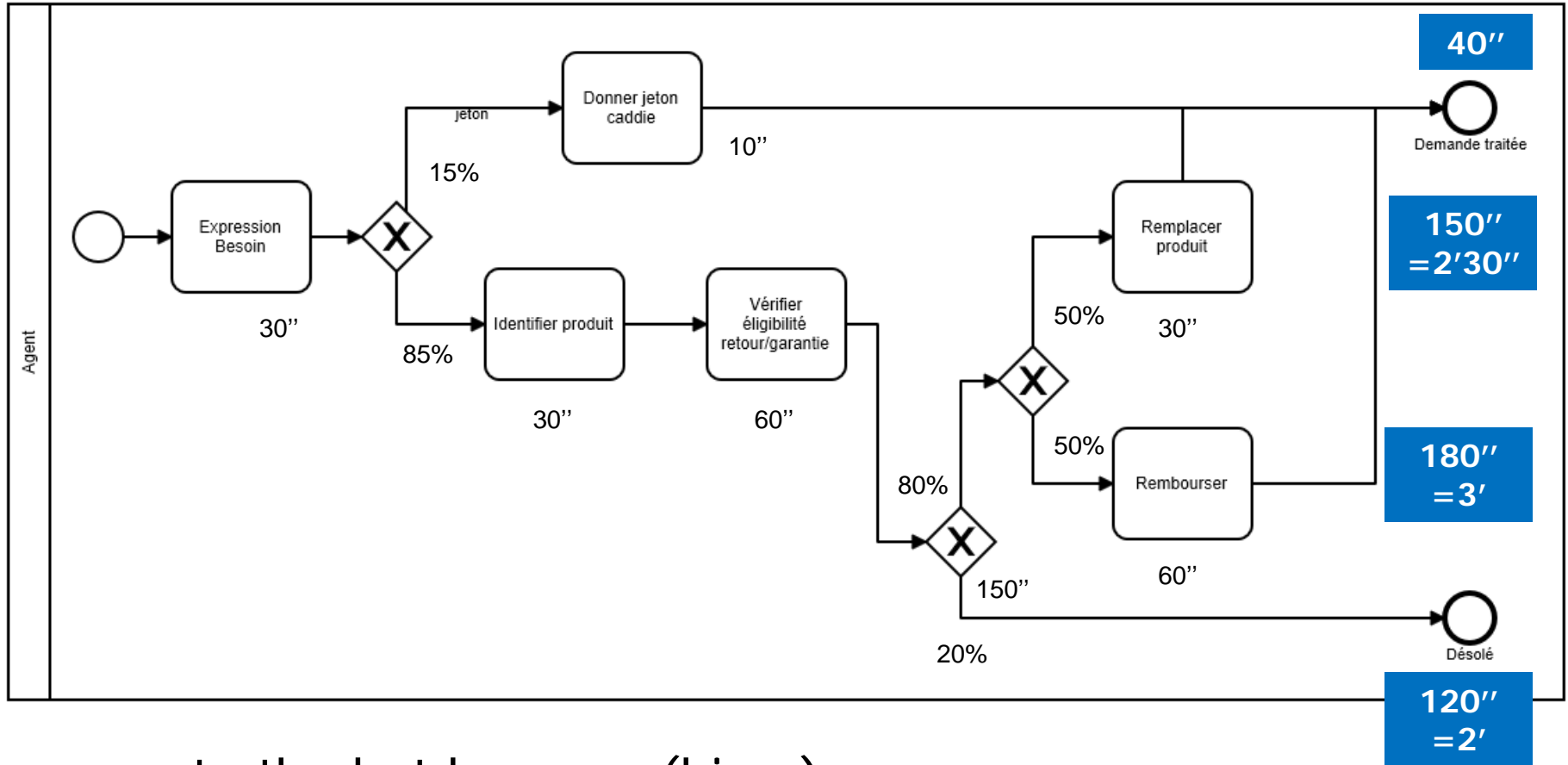
---

## □ Scenario :

- Accueil ouvert de 9h a 19h chaque jour (10h donc)
- ~300 clients se présentent par jour (rythme ~ toutes les 2' donc ~30 par heure, 300 /j)
- Définition de durées moyennes ou fixes par tâches
- Simulation sur 1 journée ...

# Exemple simple de simulation avec BIMP : Traitement réclamation clients

Durée totale selon parcours



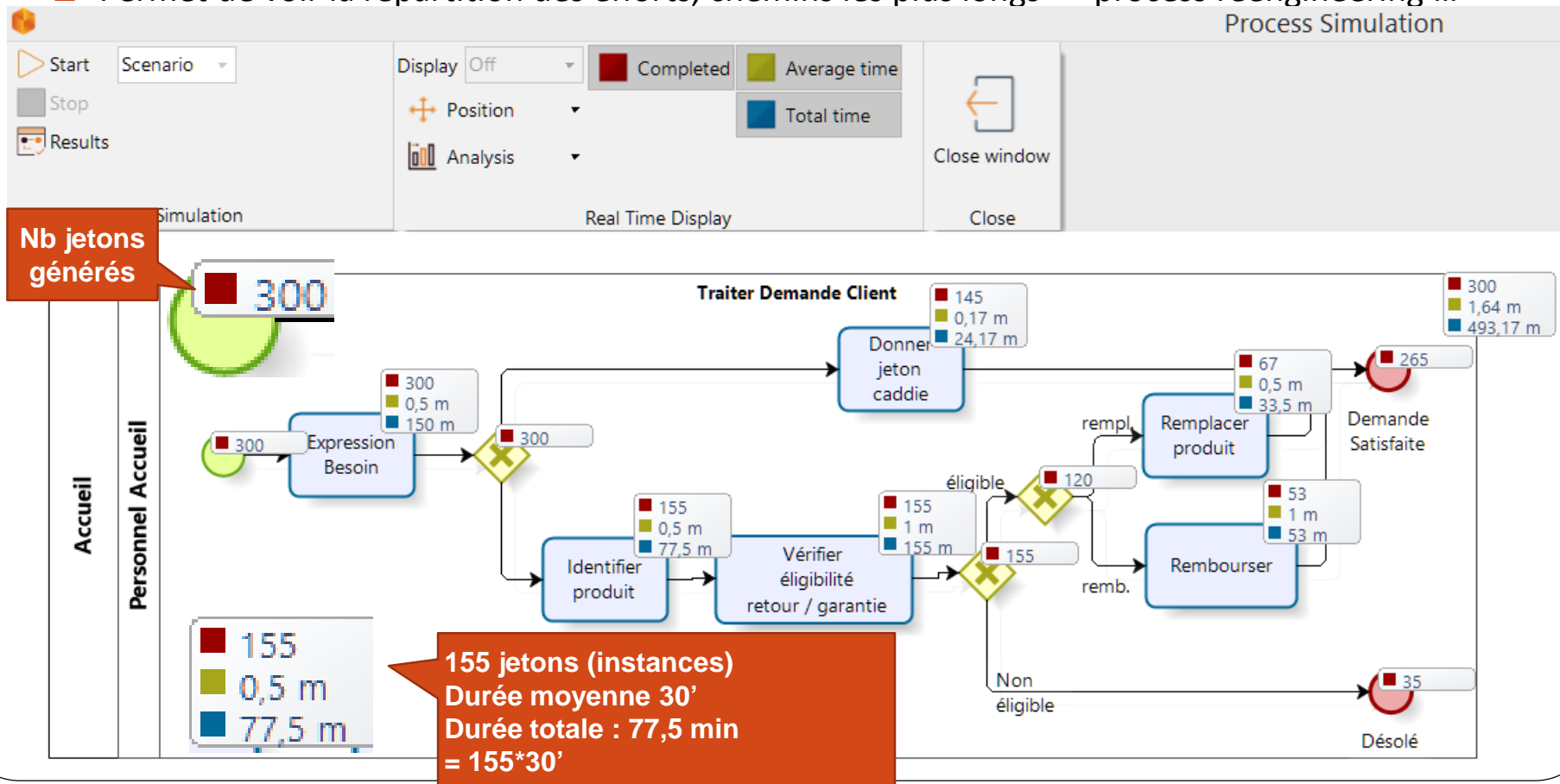
⇒ to the bat browser (bimp)  
⇒ To the Bizagi Simulator

Donc durée Mini = 40'' & Maxi = 180''  
Si utilise « esperance » de temps => 138,6''

# Simulation sans hypothèse de ressource

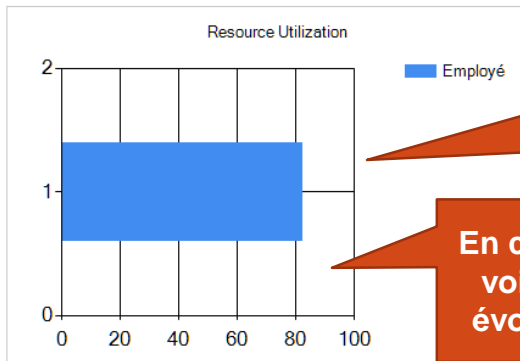
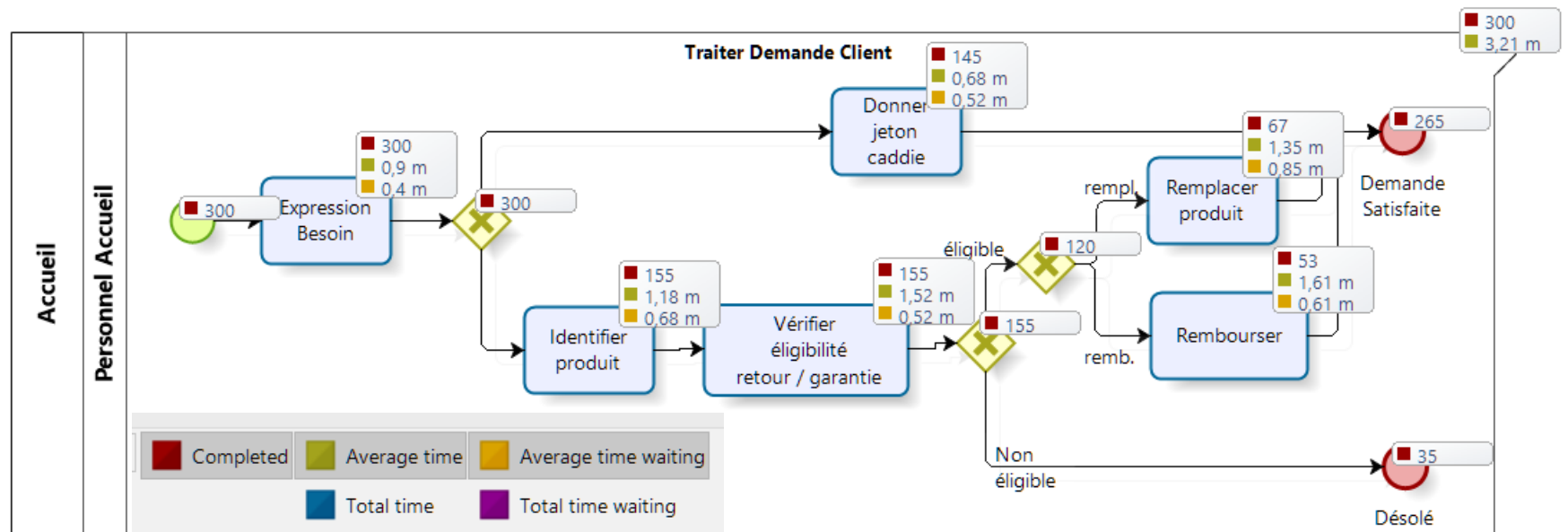
## (Bizagi => Step 2 Time Analysis)

- ❑ Sans ressource = ressource illimitée donc pas de délai d'attente parce que ressource déjà occupée...
- ❑ Résultat simulation : durée mini = 40' (cas jeton), Max = 3' et moyenne 1'38
- ❑ Permet de voir la répartition des efforts, chemins les plus longs => process reengineering ...



# Simulation avec gestion de ressources (Resource Analysis)

**Hypothèse 1** : 1 employé disponible => risque de goulot d'étranglement selon flux/fréquence arrivée clients (jetons)



**1 ligne par rôle (et pas par nb instance de rôles !)**

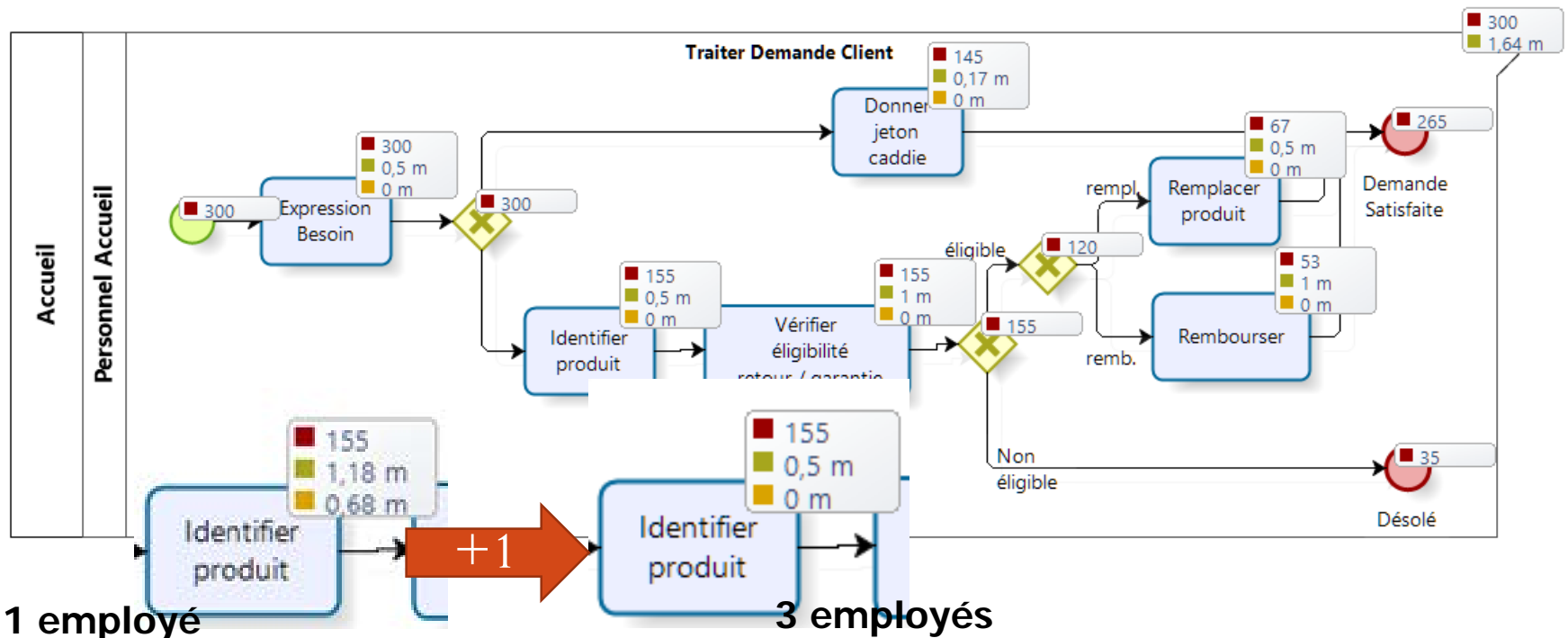
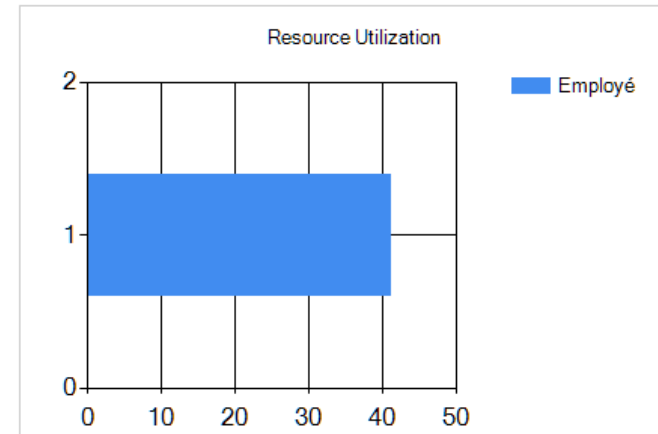
**En cours de simulation on voit le taux d'utilisation évoluer en temps simulé**

155  
1,18 m  
0.68 m

**155 jetons**  
Tps moyen 1'10"  
40' d'attente en moyenne  
La tâche n'est pas disponible tant qu'elle n'a pas traitée son jeton

# Hypothèse 2 : Idem avec 2 employés

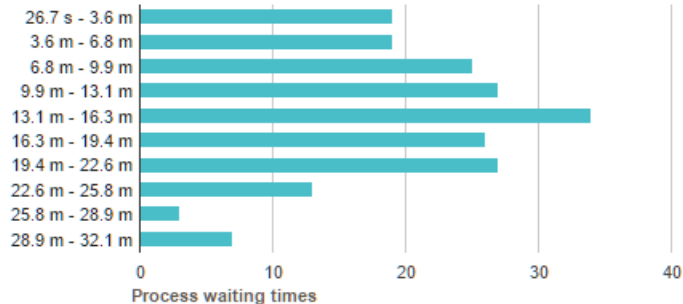
- On note un taux d'utilisation de ressource /2 (logique)
- Plus de temps d'attente
- ... mais coût >



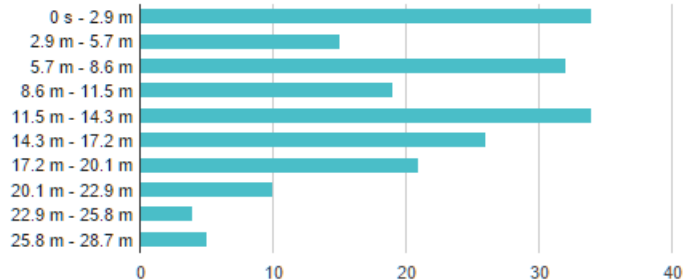
# Résultats Avec BIMP (200 jetons)

## 1 Agent

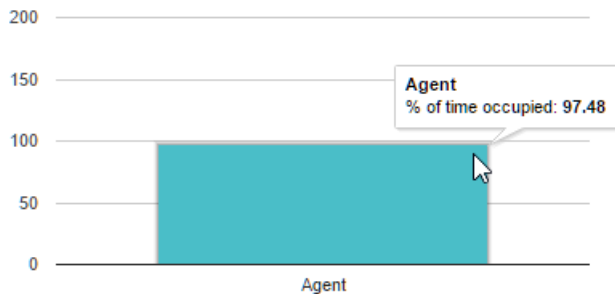
Process cycle times excluding off-timetable hours



Process waiting times

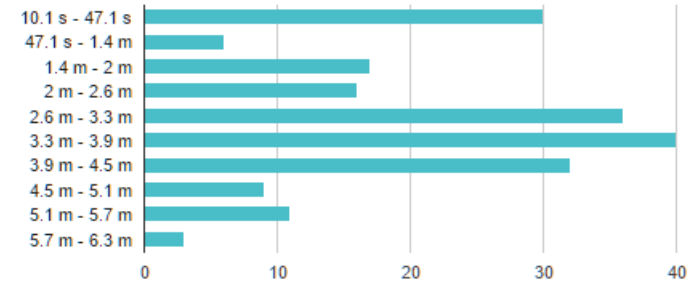


Resource utilization %

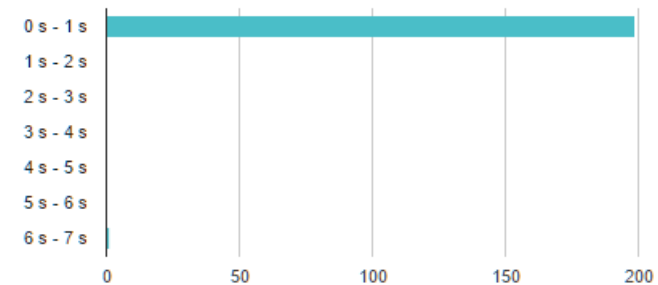


## 2 Agents

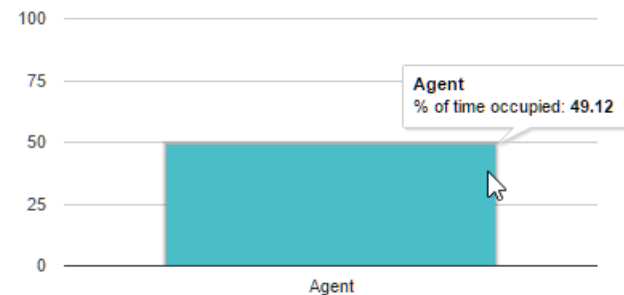
Process cycle times excluding off-timetable hours



Process waiting times



Resource utilization %





# Résultats *(à confirmer toute fois)*

1 Agent

**Total cost** 120,3 €  
(/120)

2 Agents

**Total cost** 118,3€  
/ 240

**Minimum cycle time** 26.7 min

**Maximum cycle time** 14.3 h

**Average cycle time** 35 min.

**Minimum cycle time** 10.1 s

**Maximum cycle time** 6.2 min

**Average cycle time** 3 min.

**Task name**

**Average waiting time**

Donner jeton caddie

3.7 minutes

Expression Besoin

3.4 minutes

Identifier produit

3.5 minutes

Rembourser

2.5 minutes

Remplacer produit

2.6 minutes

Vérifier éligibilité  
retour/garantie

2.7 minutes

**Task name**

**Average waiting time**

Donner jeton caddie

0 seconds

Expression Besoin

0 seconds

Identifier produit

0 seconds

Rembourser

0 seconds

Remplacer produit

0 seconds

Vérifier éligibilité  
retour/garantie

0 seconds