Vers un Profil Environnemental des Processus Métier

Mario Cortes-Cornax, Claudia Roncancio, and Raquel Oliveira

Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Inria, Grenoble INP, LIG, 38000 Grenoble, France
{prenom.nom}@univ-grenoble-alpes.fr

Abstract. Face aux enjeux environnementaux, la maîtrise des impacts à l'échelle des organisations est indispensable. Pour cela, l'analyse des activités et des ressources mobilisées au regard d'indicateurs environnementaux est clé. L'objectif de nos travaux est de contribuer à enrichir la gestion de processus avec des profils environnementaux. Cet article porte sur une phase d'analyse où nous identifions les composants des modèles de processus qu'il convient d'enrichir pour clarifier leurs "coûts" environnementaux et ainsi contribuer à une vision systémique. Ces informations permettront de soutenir des démarches d'éco-conception ou d'évolution de processus pour ajouter des alternatives plus éco-responsables.

Keywords: Processus métier · Impact environnemental · Analyse de cycle de vie · Systèmes d'information

1 Introduction et Objectifs

Les enjeux environnementaux, notamment l'urgence de contrôler le réchauffement planétaire inferieur à 1.5°C, nous amène à regarder nos modes de vie sous un angle plus responsable. Le plan d'action pour le climat de la Commission Européenne[1], montre le besoin de réduire les émissions de gaz à effet de serre d'au moins 55% d'ici à 2030. Tenant compte du caractère systémique et de l'ampleur des problèmes, il est important de maitriser les impacts environnementaux à l'échelle individuelle, des organisations et globalement.

La gestion de processus métier (*Business Process Management*, BPM) traitant la modélisation, l'analyse et l'amélioration des processus, est principalement motivée par les performances économiques et temporelles. Cependant, les aspects environnementaux tels que l'empreinte CO2 ou la consommation d'eau, sont peu, ou pas pris en compte. Notre travail s'inscrit dans la thématique *Green BPM* [11] qui vise à fournir des concepts, des méthodes et des outils pour soutenir la modélisation, la mise en œuvre, l'exécution, la surveillance et le changement continu des processus, en tenant compte de leurs impacts environnementaux. Certains travaux précurseurs [5, 10, 12] prennent en compte principalement l'impact environnemental de la phase d'usage sans inclure le cycle de vie complet des ressources mobilisées. D'autres aspects comme le flux des données parcourant ou générés par le processus (ainsi que l'infrastructure

[1] https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-green-deal

nécessaire pour leur stockage et leur traitement), ou les possibles effets rebonds de la mise en place de certaines activités ne sont souvent pas considérés. Les impacts peuvent ainsi être sous-estimés.

Cet article introduit des recherches en cours sur l'amélioration des analyses des processus métier visant à clarifier leur impact environnemental. Cela cherche à aider les responsables à prendre des décisions éclairées dans la mise en place des processus, l'introduction d'un budget CO2 ou d'une limite de consommation électrique, ou bien la proposition d'alternatives en fonction d'un coût environnemental. En s'appuyant sur le langage BPMN (*Business Process Model and Notation*) [9], nous présentons une analyse des points à développer pour construire un profil environnemental des processus métier. Dans nos travaux futurs, sans chercher à étendre BPMN, nous souhaitons formaliser une approche qui facilite l'analyse des modèles selon des aspects environnementaux.

Dans la suite, notre analyse est présentée en section 2, les travaux connexes en section 3 et nos conclusions et perspectives en section 4.

2 Vers un Profil Environnemental des Processus Métiers

Nous nous intéressons à la construction d'un profil environnemental des processus qui réunira autant que possible les informations liées aux ressources et aux activités. Il s'agit de considérer l'impact de l'ensemble des phases du cycle de vie et non seulement la phase d'usage ou d'exécution des processus comme c'est souvent le cas. Nous cherchons à introduire des vues permettant de clarifier les impacts par activité, processus, inter-processus et contribuer à une vision systémique. Les processus, de par leur nature, constituent une base d'analyse intéressante et permettent des raisonnements au niveau des modèles et des instances. Il faut noter que renseigner de manière complète et fiable le profil environnemental peut être difficile, voire impossible par manque d'information. L'idée est d'introduire cette notion de manière incrémentale et dans une démarche d'amélioration continue. Nous proposons une gestion du profil en associant un contexte et des indicateurs de qualité tels que la précision, la complétude, la validité et la confiance. Les indicateurs de qualité concernent en premier lieu les mesures des impacts et devront être agrégées pour les différents niveaux (par exemple, tâche, puis sous-processus, puis processus).

2.1 Expliciter l'Implicite lors de la Modélisation du Processus

BPMN v2.0 [9] fait figure de standard pour la modélisation de processus métier et est implémenté par la plupart de systèmes de gestion de processus. Lorsqu'on modélise un processus, notamment pour communiquer et s'abstraire de la complexité, certaines informations restent implicites. Même si peu importantes au niveau organisationnel, elles peuvent "cacher" des actions qui ont un impact environnemental qui mérite d'être pris en compte (c.f. fig. 1). Dans la suite, nous analysons des composants des modèles de processus qui peuvent cacher des impacts environnementaux, dans le but de construire le profil environnemental.

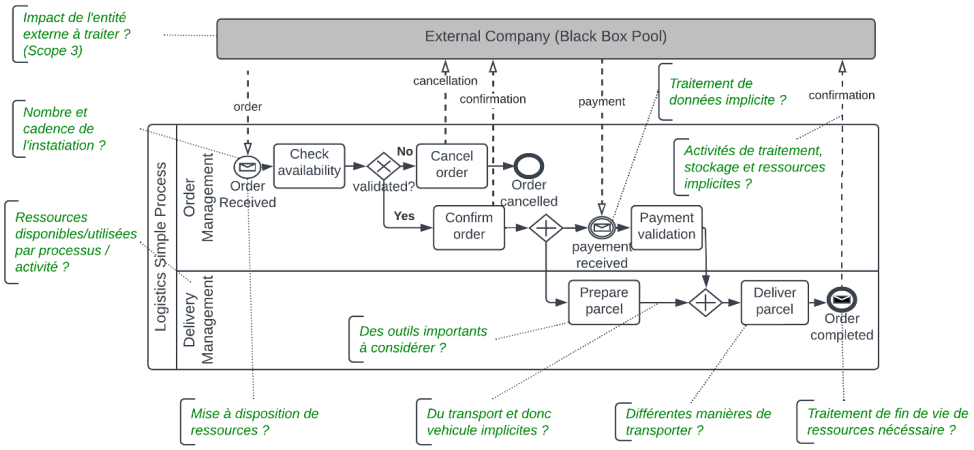

Fig. 1. Exemple de modèle BPMN et analyse de l'impact environnemental

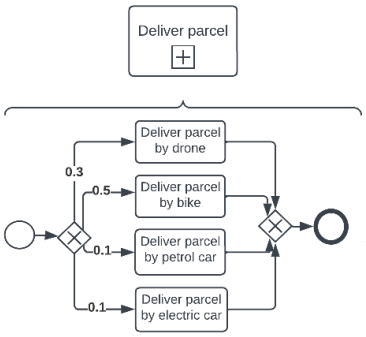

Fig. 2. Sous-processus avec probabilités de branchement

Les Activités peuvent être atomiques (tâches) ou composites (sous-processus). Les tâches atomiques, selon la logique métier, peuvent avoir une implémentation complexe. Le profil environnemental d'une activité est composé d'autant d'entrées que de possibilités d'exécution et de choix de ressources. Par exemple[2], en fig. 1, la tâche *Deliver parcel* correspond à la livraison d'un colis déjà payé. Cette tâche au niveau métier pourrait être transformée en sous-processus (voir fig. 2) pour indiquer le type de ressources utilisées ainsi que la probabilité moyenne d'exécuter un chemin lors de l'instanciation. Une entrée du profil se réfère à l'impact environnemental d'une exécution dans un contexte

Les flux de séquence (Sequence Flows) définissent les enchainements d'activités et en général n'ont pas de signification métier. Cependant, ils peuvent avoir un impact environnemental sous-jacent. Cela devra être explicité le cas échéant. La fig. 1 illustre ce point sur le couloir (*Lane*) de *Delivery Management* avec un possible transport implicite.

Un modèle de processus peut capturer plusieurs formes selon notamment les choix dans les branchements (*gateways*) et l'instanciation des activités. Des informations sur l'impact environnemental de chaque alternative feront partie du profil du processus. Des méta-données sur la qualité et le contexte de mesure

[2] Cet exemple, figures 1 et 2, sont inspirés de [3].

seront associées. Tenant compte qu'une vision globale est importante, une estimation de la répartition des alternatives selon les choix de branchement peut être utilisée pour estimer l'impact des *instances*. La fig. 2 montre les probabilités pour chaque branchement ce qui est important pour prédire le nombre de ressources nécessaires. Des informations sur l'ordonnancement des instances (e.g. parallèle ou séquentielle) contribuent aussi à l'estimation des ressources mobilisées.

Multi-processus: l'analyse globale des impacts amène à considérer les processus reliés. Cela introduit des points d'analyse supplémentaires : i) les flux de messages (*Message Flows*) représentent la communication entre processus et peuvent correspondre à des phases ayant un impact environnemental à inclure dans le profil ; ii) les processus externes en boîtes noires (*black box Pool*) représentent généralement des activités ou processus délégués en sous-traitance.

2.2 L'Impact des Ressources dans leur Cycle de Vie

Afin de rendre compte des impacts, il est nécessaire de disposer d'un modèle de ressources enrichi. L'étude des ressources (notamment pas humaines) est clé, car leur mise à disposition, utilisation, maintenance et fin de vie ont un impact qui peut être mis en relation avec les processus. L'inventaire des ressources doit être explicite ainsi que les informations de partage et d'allocation pour chaque activité et processus. Nous identifions les aspects suivants à considérer : i) introduire dans le profil environnemental des indicateurs de toutes les phases du cycle de vie des ressources ; ii) prendre en compte et expliciter la durée de vie utile estimée des ressources selon les patrons d'utilisation connus ; iii) étudier et expliciter l'impact des ressources lorsqu'elles sont inutilisées ou sous-utilisées ; iv) expliciter les ressources mobilisées pour des calculs et la gestion de données et leur impact environnemental ; v) d'introduire un *profil des données* et considérer les données comme des ressources à part entière. En effet, nous proposons d'expliciter leur cycle de vie de manière à clarifier les étapes, la volumétrie et les coûts associés. Le cycle de vie inclut notamment la collecte de données, la préparation, le stockage, stratégie de suppression ou archivage ; vi) renseigner au mieux les indicateurs environnementaux, gaz à effet de serre (en équivalent CO2), mais aussi, la consommation d'eau, la pollution de l'eau, etc.

Des approches d'analyse de cycle de vie (telles que [4]) proposent des analyses multidimensionnelles des impacts des ressources. Diverses bases de données émergent sur des ressources de divers domaines dont l'informatique. Pour associer ces informations à la gestion des processus, nous travaillons sur une évolution dans des modèles de ressources et l'intégration de vues permettant de rendre compte des impacts, en incluant notamment ceux liés à la mise à disposition des ressources et aux traitements de fin de vie ou recyclage.

2.3 Contexte et Qualité

Les processus modélisés peuvent donner lieu à plusieurs instances qui peuvent potentiellement s'exécuter dans des contextes différents et utiliser des ressources

différentes. Leur impact environnemental peut ainsi différer. Une des ressources essentielles est l'électricité dont l'empreinte CO2 varie selon les endroits et les moments. Le profil environnemental d'un processus peut ainsi être très différent selon la période de l'année. Le maintien d'information spatio-temporelle est essentiel dans le cadre de l'analyse de l'impact environnemental.

Associer des informations de contexte aux indicateurs environnementaux aiderait à préciser leur pertinence et cohérence d'ensemble. En plus de cela, nous proposons d'associer des indicateurs de qualité tels que la précision, la complétude, la validité et la confiance. Ces indicateurs de qualité concernent en premier lieu les données des impacts par rapport à un certain contexte et plus largement, les profils environnementaux.

3 Travaux Connexes

Ce travail s'inscrit dans le courant *Green BPM* [11] où la durabilité est associée à la gestion de processus métier. En 2020, [2,6], revues systématiques du domaine, pointent un besoin de développement de la thématique, incitant la proposition d'indicateurs environnementaux pertinents pour atteindre un modèle de maturité environnemental des organisations. Certains travaux tels que [5, 10, 12] s'intéressent principalement aux émissions de CO2 dans les processus en suivant les *Scopes* du protocole GHG[3]: *Scope 1*, émissions des activités propres, *Scope 2*, celles provenant des sources d'énergie et *Scope 3*, émissions indirectes non contrôlées par l'organisation. Selon [8], les émissions du Scope 3 représentent en moyenne 84 % des émissions totales des organisations. Associé à des méthodes *Activity Based Costing (ABC)* [1] et des approches top-down et bottom-up, il est possible de répartir les émissions dans les différentes tâches des processus [10,12]. Recket et al. [10] présente une extension de BPMN afin d'expliciter l'empreinte CO2 des processus, ainsi qu'une méthode d'analyse, appelé *Activity Based Emission (ABE)*, inspirée de la méthode ABC. Ils se focalisent sur les scopes 1 et 2 excluant les phases de fabrication, transport et fin de vie.

L'Analyse de Cycle de Vie (ACV, ISO 14040 [7]) est une approche normalisée pour quantifier les impacts environnementaux potentiels d'un produit ou d'un service depuis l'extraction des matières premières jusqu'à leur fin de vie. Il existe des bases de données d'ACV[4] et des *Product Environmental Profile* concernant les appareils électroniques. À notre connaissance, le lien entre les systèmes de gestion de processus et les bases de données ACV, reste à développer.

Certains produits récents, tels que Climatiq et PlanA[5], aident à une meilleure gestion des émissions carbone des entreprises. Ils ne proposent pas une approche intégrée avec des processus métiers. L'outil Voyance[6] propose une analyse simplifiée des émissions de CO2 qui intègre l'approche processus avec BPMN et des efforts d'optimisation [3]. Cependant, les aspects ACV ne sont pas encore considérés et pour l'instant seulement la dimension CO2 est prise en compte.

[3] `https://ghgprotocol.org/`
[4] `https://eplca.jrc.ec.europa.eu/ResourceDirectory`
[5] `https://www.climatiq.io/` et `https://plana.earth/`
[6] `https://voyance.systems/`

Ce travail en cours cherche à enrichir l'existant et àcontribuer à des démarches d'éco-conception et d'amélioration des processus par l'information des impacts environnementaux en considérant plusieurs critères et les cycles de vie complets.

4 Conclusion et Travaux Futurs

Par ce travail, qui est à ces débuts, nous cherchons à étendre la gestion de processus pour plus de conscience environmentale. Nous avons présenté une analyse où nous identifions les composants des modèles de processus qu'il convient d'enrichir, ainsi que les dimensions relatives aux impacts environnementaux à prendre en compte. L'explicitation des "coûts" environnementaux et des aspects les plus déterminants aide à aller vers plus d'éco-conception et peut motiver des évolutions vers des alternatives plus éco-responsables, jouer sur les stratégies d'exécution des processus et aboutir à l'association de notions telles qu'un budget environnemental. Cette démarche cherche également à contribuer à la traçabilité et l'explication des impacts environnementaux.

Il reste un travail consequent à faire pour aboutir à une solution opérationnelle qui associe des profils environnementaux à la gestion de processus. Par la suite, nous travaillerons sur la formalisation de la proposition et explorerons des alternatives de mise en œuvre en considérant l'extension d'un outil existant, l'ajout d'un *Domain Specific Language* ou l'utilisation d'une approche *low code*.

References

1. Bromwich, M., Hong, C.: Activity-based costing systems and incremental costs. Management accounting research **10**(1), 39–60 (1999)
2. Couckuyt, D., Van Looy, A.: A systematic review of green business process management. Business Process Management Journal **26**(2), 421–446 (2020)
3. Durán, F., Rocha, C., Salaün, G.: Analysis of the runtime resource provisioning of BPMN processes using maude. In: WRLA 2020, 2020. pp. 38–56. Springer (2020)
4. Finnveden, G., Hauschild, M.Z., Ekvall, T., et al.: Recent developments in life cycle assessment. Journal of environmental management **91**(1), 1–21 (2009)
5. Ghose, A., Hoesch-Klohe, K., Hinsche, et al.: Green business process management: A research agenda. Australasian Journal of Information Systems **16**(2) (2010)
6. Gohar, S.R., Indulska, M., et al.: Environmental sustainability through green business process management. Australasian Journal of Information Systems **24** (2020)
7. ISO: Iso 14040:2006, environmental management — life cycle assessment — principles and framework (2006)
8. Makower, J., et al.: State of green business 2022. GreenBiz group (2012)
9. OMG: Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0 (January 2011), `http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0`
10. Recker, J., Rosemann, M., Hjalmarsson, A., Lind, M.: Modeling and analyzing the carbon footprint of business processes. In: Green business process management: Towards the sustainable enterprise, pp. 93–109. Springer (2012)
11. Seidel, S., Recker, J., vom Brocke, J.: Green business process management. Green business process management: Towards the sustainable enterprise pp. 3–13 (2012)
12. Wesumperuma, A., Ginige, A., Ginige, A., Hol, A.: Green activity based management (ABM) for organisations. In: ACIS 2013 Proceedings. 144. ACIS (2013)