



HAL
open science

Vers un Profil Environnemental des Processus Métier

Mario Cortès Cornax, Claudia Roncancio, Raquel Oliveira

► **To cite this version:**

Mario Cortès Cornax, Claudia Roncancio, Raquel Oliveira. Vers un Profil Environnemental des Processus Métier. INFORSID 2023, May 2023, La Rochelle, France. hal-04808518

HAL Id: hal-04808518

<https://hal.science/hal-04808518v1>

Submitted on 28 Nov 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Vers un Profil Environnemental des Processus Métier

Mario Cortes-Cornax¹[0000-0003-2635-319X], Claudia
Roncancio¹[0000-0002-1118-6512], and Raquel Oliveira

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

Abstract. Les enjeux climatiques et environnementaux rendent indispensable la maîtrise des impacts à l'échelle des organisations. L'analyse des activités et des ressources, ainsi que l'introduction d'indicateurs pertinents, constituent des éléments clés pour y arriver. 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, ainsi que les dimensions relatives aux impacts environnementaux à prendre en compte. L'explicitation des "coûts" environnementaux des processus et des aspects les plus déterminants contribuera à une vision systémique. Ces informations permettront de soutenir des démarches d'éco-conception, de redéfinition 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 climatiques et environnementaux, notamment l'urgence de contrôler le réchauffement planétaire pour ne pas dépasser les 1.5°C^1 , nous amène à regarder nos modes de vie sous un angle plus responsable. Le plan d'action pour le climat de la Commission Européenne montre le besoin de réduire les émissions de gaz à effet de serre d'au moins 55% d'ici à 2030, afin d'engager l'Europe sur la voie de la neutralité climatique d'ici à 2050. Tenant compte du caractère systémique et de l'ampleur des problèmes, il est important de maîtriser les impacts environnementaux à l'échelle individuelle, des organisations et globalement.

La gestion de processus métier des organisations (*Business Process Management*) traitant la modélisation, l'analyse et l'amélioration des processus, est principalement motivée par l'amélioration des performances économiques et temporelles. Cependant, les aspects environnementaux tels que l'empreinte CO₂, la consommation d'eau ou l'exploitation des matériaux sont peu, ou pas, pris en

¹ selon le plan d'action pour le climat de la Commission Européenne, <https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-green-deal>

compte. Notre travail s’inscrit dans la thématique *Green Business Process Management* (mise en avant par [12]). Il s’agit de 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 métier, en tenant compte de leurs impacts environnementaux. Peu d’études traitent ces questions dans le cadre des processus métier. Certains travaux précurseurs [5, 10, 14] prennent en compte principalement l’impact 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 nécessaire pour leur stockage et leur traitement), ou les possibles effets rebonds de la mise en place de certaines activités ne sont souvent pas traités. Les impacts peuvent ainsi être sous-estimés.

Cet article introduit des recherches en cours sur 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 *Business Process Model and Notation* (BPMN) [8], le standard pour la modélisation de processus, nous présentons une analyse mettant en avant des points d’attention à prendre en compte ainsi que des pistes à développer pour avoir un profil environnemental des processus métier.

Après cette introduction, notre analyse est présentée dans la section 2 en utilisant un exemple illustratif. Les travaux connexes sont présentés dans la section 3. La section 4 conclut cet article et présente nos perspectives de recherche.

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 (e.g., tâche, puis sous-processus, puis processus).

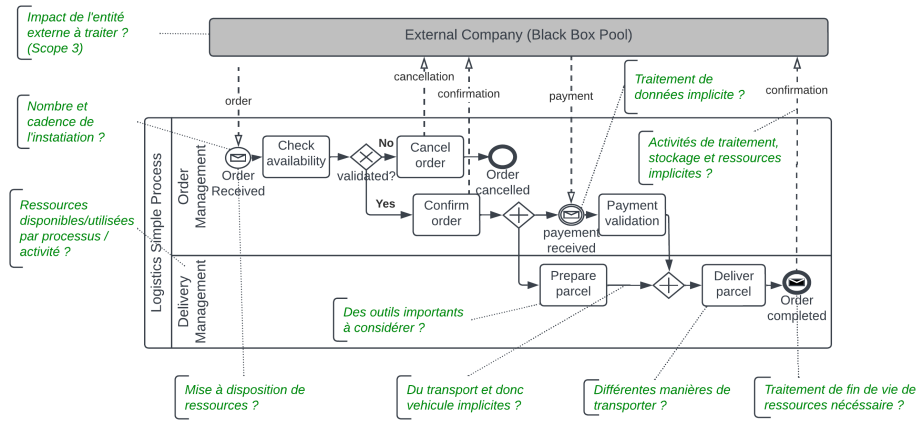


Fig. 1. Exemple de modèle BPMN (inspiré de [3]) annoté avec des points de vigilance pour l’analyse de l’impact environnemental

2.1 Expliciter l’Implicite lors de la Modélisation du Processus

La gestion de processus métier (*BPM*) se focalise généralement sur des outils et des méthodes permettent de découvrir, représenter, améliorer et optimiser les processus des organisations, afin de mieux les comprendre et les contrôler, éventuellement les automatiser. Parmi les langages, BPMN (v2.0) (*Business Process Model and Notation*) [8] fait figure de standard pour la modélisation, et est implémenté par la plupart de systèmes de gestion de processus métier (*Business Process Management Systems, BPMS*). Lorsqu’on modélise un processus métier en BPMN, notamment pour communiquer et s’abstraire de la complexité, certaines informations peuvent rester implicites. Cependant, même si peu importantes au niveau organisationnel dans les modèles, elles peuvent “cacher” des actions qui ont un impact environnemental qui mérite d’être pris en compte. À travers de l’exemple de la figure 1 nous analysons par la suite quelques composants des modèles de processus qui peuvent cacher des impacts environnementaux, dans le but de construire le profil environnemental.

Activités : dans des langages comme BPMN 2.0, les activités peuvent être atomiques (tâches) ou composites (sous-process). Les tâches atomiques, selon la logique métier, peuvent néanmoins 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, la figure 2 inspirée par le modèle donné dans [3] montre comment une tâche au niveau métier pourrait être transformée en sous-processus pour indiquer le type de ressource utilisée 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.

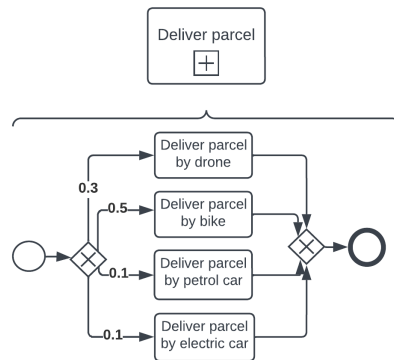


Fig. 2. Sous-processus de *Deliver Parcel* avec probabilité de branchement (inspiré de [3])

processus. Des méta-données sur la qualité et le contexte de mesure seront associés. Tenant compte qu’une vision globale est importante, une estimation de la répartition des alternatives selon les choix de branchement peut être utilisée pour une estimation de l’impact d’un ensemble d’instances. La figure 2 montre un exemple.

Multi-processus: l’analyse globale des impacts amène à considérer les processus reliés. Cela introduit des points d’analyse supplémentaires :

- Les flux de messages (*Message Flows*) : représentent la communication entre processus. À l’image des flux de séquence, ils peuvent correspondre à des phases avec un impact environnemental. Il s’agit d’un point à clarifier et à inclure pour le profil environnemental.
- Les processus externes en boîtes noires (*black box Pool*) : représentent généralement des activités ou processus délégués en sous-traitance. Lorsqu’on souhaite regarder les impacts globaux d’un processus, il convient d’intégrer les coûts environnementaux sous-jacents. Ceci est particulièrement important pour comprendre les impacts indirects.

Instances des processus : le nombre d’instances de processus et la manière dans laquelle vont être exécutées (e.g., en parallèle ou en séquence) auront un impact sur les ressources nécessaires et/ou mise à disposition. Il semble important de prendre en compte dès la phase de conception le potentiel nombre d’instances des processus. La figure 2 montre que les probabilités indiquées ainsi que le nombre d’instances du processus est important pour estimer le nombre de ressources mobilisées.

Les flux de séquence (Sequence Flows): définissent les enchaînements 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 figure 1 illustre ce point sur le couloir (*Lane*) de *Delivery Management* avec un possible transport transport implicite.

Processus : un modèle de processus peut capturer plusieurs formes selon notamment les choix dans les branchements (*gateways*) et l’instanciation des activités impliquées. Des informations sur l’impact environnemental (divers indicateurs) de chaque alternative feront partie du profil du processus.

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. La définition de ressources est incluse dans le langage BPMN (v2.0) de manière abstraite [13], et même si cette notion existe dans le méta-modèle, elle n'est pas associée à un élément graphique. En BPMN, une ressource peut être référencée par une ou plusieurs activités ainsi que processus (sans forcément être liés). BPMN distingue aussi la notion de ressource humaine. Les approches qui étendent BPMN 2.0, comme [13], s'appuient sur des "*Workflow Resource Patterns*" [11], une vision de ressources opérationnelle qui décrivent les ressources comme "une entité capable de faire un travail". Néanmoins, la notion de ressource (notamment pas humaine) est clé, car sa mise à disposition, l'utilisation, la maintenance et la fin de vie ont un impact qui peut être mis en relation avec les processus. Les travaux sur les processus métier "verts" comme [5,9,14] montrent l'intérêt de prendre en compte par exemple le bâtiment où le processus se déroule, le camion pour transporter des marchandises ou le serveur comme support des données générées lors de l'exécution du processus. Ces ressources peuvent avoir un impact environnemental non négligeable qui se rajoute à celui des personnes qui réalisent les tâches plus le potentiel impact des tâches elle-mêmes.

Pour comprendre l'impact des processus, l'inventaire des ressources doit être explicite ainsi que les informations de partage et d'allocation pour chaque activité et processus. En plus des éléments existants, nous identifions des aspects supplémentaires importants à considérer :

- Introduire dans le profil environnemental des indicateurs de toutes les phases du cycle de vie des ressources : fabrication, transport, utilisation, maintenance, fin de vie.
- Prendre en compte et expliciter la durée de vie utile estimée des ressources selon les patrons d'utilisation connus.
- Étudier et expliciter l'impact des ressources lorsqu'elles sont inutilisées ou sous-utilisées.
- Au regard du coût environnemental du calcul et de la gestion de données, nous proposons d'explicitier les ressources mobilisées pour cela afin de renseigner leur impact dans le profil environnemental.
- Nous proposons d'introduire un *Profil des données* et considérer les données comme des ressources à part entière. Nous proposons d'explicitier 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...
- 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 (e.g. [4]) proposent des analyses multidimensionnelles des impacts des ressources. Diverses bases de données existent, ou sont en construction, sur des ressources de différents domaines comme

l'agro-alimentaire ou l'informatique. Pour associer ces informations à la gestion des processus, nous travaillons sur une évolution dans des modèles de ressources et l'intégration des 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, par exemple.

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. L'impact environnemental peut donc différer entre les instances même si les activités sont les mêmes. 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. Par exemple, selon les données fournis par Electricity Map ² Flinders Island en Australie a rapporté 11gCO₂eqkWh le 6 mars 2023 (sources vertes) contre 648gCO₂eqkWh le 30 janvier 2023 (source charbon). Effectivement, 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 la thématique *Green Business Process Management*, mise en avant par [12] qu'introduit un aspect durabilité à la gestion de processus métier. Quelques travaux tels que [5, 9, 10, 14] s'intéressent principalement à l'étude de l'émission de CO₂ dans les processus d'entreprise. Ils suivent généralement le protocole GHG³ qui catégorise les émissions selon trois *Scopes* : (1) émissions des activités de l'organisation, (2) émissions indirectes provenant de l'achat d'électricité, de vapeur ou de chaleur et du refroidissement et (3) les impacts indirects produits par des sources non contrôlées par l'organisation. Selon [7], paru en 2022, les émissions du Scope 3 représentent en moyenne 84 % des émissions totales des organisations. En combinant cela avec 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.

Dans [10], les auteurs proposent une extension de BPMN 2.0 afin d'explicitier l'empreinte CO₂ des processus ainsi qu'une méthode d'analyse, appelé *Activity*

² <https://app.electricitymap.org/map>

³ <https://ghgprotocol.org/>

Based Emission (ABE), inspirée de la méthode ABC. Ils se focalisent sur les émissions directes (Scope 1) et émissions liées à l'alimentation énergétique (Scope 2) excluant les phases de fabrication, transport et gestion de fin de vie.

L'Analyse de Cycle de Vie (ACV) est une approche bien connue normalisée, ISO 14040 [6]), 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 existent des bases de données ACV⁴ 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.

Considérer dans les organisations le cycle de vie complet de ressources ainsi que d'autres dimensions concernant les impacts environnementaux nous semble important. La thématique a été peu développée pendant la dernière décennie. En 2020, [2] propose une revue systématique du domaine, indiquant que cette thématique n'est pas assez développée et manque d'attention. Notre travail cherche à enrichir l'existant et contribuer à des démarches d'éco-conception et d'amélioration des processus par une meilleure information des impacts environnementaux. Ce travail pourra être connecté à des efforts d'optimisation tels que [3].

4 Conclusion et Travaux Futurs

Par ce travail, qui est à ces débuts, nous cherchons à étendre la gestion de processus avec des critères environnementaux. 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 influencer sur la redéfinition ou l'évolution des processus pour disposer des alternatives plus éco-responsables. Cela peut aussi jouer sur les stratégies d'exécution des processus et aboutir à l'association de notions tels que le budget environnemental. Cette démarche cherche également à contribuer à la traçabilité et l'explication des impacts environnementaux. Il reste néanmoins beaucoup à faire pour aboutir à une solution opérationnelle qui associe des profils environnementaux à la gestion de processus. Cela fera l'objet de nos travaux futurs. De plus, des nombreuses questions plus larges et importantes restent ouvertes. Parmi elles, une compréhension juste des impacts locaux et globaux d'optimisations, la modélisation de politiques environnementales ou encore la prise en compte d'effets rebond.

References

1. Bromwich, M., Hong, C.: Activity-based costing systems and incremental costs. *Management accounting research* **10**(1), 39–60 (1999)

⁴ <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/ResourceDirectory/faces/databases/databaseList.xhtml>

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: *Rewriting Logic and Its Applications: 13th International Workshop, WRLA 2020, Virtual Event, October 20-22, 2020, Revised Selected Papers 13*. pp. 38–56. Springer (2020)
4. Finnveden, G., Hauschild, M.Z., Ekvall, T., Guinée, J., Heijungs, R., Hellweg, S., Koehler, A., Pennington, D., Suh, S.: Recent developments in life cycle assessment. *Journal of environmental management* **91**(1), 1–21 (2009)
5. Ghose, A., Hoesch-Klohe, K., Hinsche, L., Le, L.S., et al.: Green business process management: A research agenda. *Australasian Journal of Information Systems* **16**(2) (2010)
6. ISO: Iso 14040:2006, environmental management — life cycle assessment — principles and framework (2006)
7. Makower, J., et al.: State of green business 2022. GreenBiz group (2012)
8. OMG: Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0 (January 2011), <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0>
9. Recker, J., Rosemann, M., Gohar, E.R.: Measuring the carbon footprint of business processes. In: *Business Process Management Workshops: BPM 2010 International Workshops and Education Track, Hoboken, NJ, USA, September 13-15, 2010, Revised Selected Papers 8*. pp. 511–520. Springer (2011)
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. Russell, N., Van Der Aalst, W.M., Ter Hofstede, A.H., Edmond, D.: Workflow resource patterns: Identification, representation and tool support. In: *CAiSE*. vol. 5, pp. 216–232. Springer (2005)
12. Seidel, S., Recker, J., vom Brocke, J.: Green business process management. *Green business process management: Towards the sustainable enterprise* pp. 3–13 (2012)
13. Stropi, L.J.R., Chiotti, O., Villarreal, P.D.: A bpmn 2.0 extension to define the resource perspective of business process models. In: *CIbSE*. pp. 25–38 (2011)
14. Wesumperuma, A., Ginige, A., Ginige, A., Hol, A.: Green activity based management (abm) for organisations (2013)