

# Conformité au RGPD dans les Pratiques de Gestion des Processus Métier : Revue Systématique de la Littérature

## GDPR Compliance in Business Process Management Practices: A Systematic Literature Review

Rychkova Irina<sup>1</sup>, Deneckere Rebecca<sup>1</sup>, Jeyakumaran Sothiya<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centre de Recherches en Informatique (CRI), Université Paris 1 - Panthéon-Sorbonne, 12 Place de Panthéon, 75005, Paris, France, rebecca.deneckere@univ-paris1.fr, irina.rychkova@univ-paris1.fr

<sup>2</sup> La caisse de retraite et de prévoyance des clercs et employés de notaires, 5 Bis rue de Madrid, 75008 Paris, France sothiya.jeyakumaran@crpcen.fr

**RÉSUMÉ.** Le règlement général sur la protection des données (RGPD) affecte considérablement la façon dont les organisations doivent aborder la confidentialité des données, les forçant à repenser et à mettre à niveau leurs processus métiers afin de se conformer au RGPD. A travers cette revue systématique de la littérature, nous examinons les études primaires concernant cette problématique, recensons les recherches effectuées et les méthodes proposées, appliquées et intégrées dans le cycle de vie d'un processus métiers (selon BPM) pour faire face à cette nouvelle réglementation.

**ABSTRACT.** The General Data Protection Regulation (GDPR) dramatically affects the way organizations approach data privacy, forcing them to rethink and upgrade their business processes in order to comply with GDPR. Through this systematic literature review (SLR) we examine the primary studies, identify the research carried out and the methods that are proposed, applied and integrated into a business process life cycle (as defined by BPM) to cope with this new regulation.

**MOTS-CLÉS.** Règlement général sur la protection des données (RGPD) processus métiers, revue systématique de la littérature (SLR), cycle de vie d'un processus métiers, modélisation.

**KEYWORDS.** General Data Protection Regulation (GDPR), business processes, systematic literature review (SLR), business process life cycle, modelling.

### 1. Introduction

De nos jours, la technologie informatique permet de stocker et de traiter pratiquement toutes les informations susceptibles d'intéresser une organisation. Cependant les utilisateurs ne contrôlent pas souvent la manière dont leurs données personnelles sont collectées, stockées et traitées. Le règlement général sur la protection des données (RGPD), entré en vigueur en mai 2018, constitue une étape importante dans la direction de la protection des données personnelles [EU 16]. Le but du RGPD est de protéger les citoyens de l'UE contre les atteintes à la vie privée de leurs données personnelles. Le RGPD contrôle la manière dont les organisations traitent les informations personnelles de leurs clients et accorde aux individus des droits de protection renforcés en ce qui concerne ces données. Les organisations non conformes au RGPD doivent faire face à de lourdes sanctions. Le RGPD présente un impact majeur sur la plupart des processus métiers des entreprises dès sa mise en œuvre. Les entreprises sont tenues de mettre en œuvre correctement les politiques de gestion des données du RGPD et de prendre les mesures appropriées sur les données lorsque leurs clients le demandent.

La conception et le développement des nouveaux systèmes d'information ainsi que l'évolution des systèmes déjà existants vers la conformité aux normes RGPD est un enjeu important pour les entreprises d'aujourd'hui. En ingénierie des SI, des solutions peuvent être apportées par un ensemble de domaines différents. Dans ce travail, nous allons nous concentrer sur un seul domaine - celui de la Gestion des Processus Métier (BPM). Les entreprises adoptent de plus en plus les systèmes de gestion de processus métiers (BPMS) afin de gérer leurs activités et la gestion des données. Ainsi, pour

atteindre la conformité au RGPD, les organisations doivent remodeler leur approche de la gestion des données personnelles stockées et échangées lors de l'exécution de leurs processus métiers. Bien que la modélisation des processus métier soit bien adaptée pour exprimer la collaboration des parties prenantes et les données échangées entre les activités des processus métier et les participants, il y a peu d'études concernant la conformité du RGPD et l'identification des violations potentielles de la vie privée dans le cycle de vie d'un processus métier.

Dans cette revue systématique de la littérature (SLR) nous analysons les solutions/approches évoquées par la communauté scientifique pour la mise en conformité des processus métiers au RGPD. Les objectifs sont de (i) examiner les recherches actuelles concernant l'intégration du RGPD dans les pratiques de gestion de processus métier et notamment dans les différentes phases de cycle de vie d'un processus métier et (ii) identifier les lacunes de la recherche actuelle afin de suggérer des domaines à approfondir.

L'article est organisé de la manière suivante. La section 2 donne une définition des éléments clés de cette revue. La section 3 présente le protocole de recherche utilisé. La section 4 présente les résultats de l'analyse. Nous discuterons les résultats obtenus dans la section 5 et conclurons dans la section 6.

## 2. Définition des Termes Clés

**Le règlement général sur la protection des données** est la nouvelle loi de l'Union européenne pour la protection des données personnelles. Le RGPD définit les données à caractère personnel comme toute information relative à une personne physique identifiée ou identifiable ("personne concernée"). Cela signifie qu'une personne concernée est une personne physique (un être humain vivant) dont les données sont gérées par un responsable du traitement [EU 16]. Depuis 2018, le nouveau règlement a pour objectif de renforcer les droits des individus sur leurs propres données ainsi que de rendre les organisations plus responsables. Il contribue à l'harmonisation des précédentes lois fragmentées sur la protection des données à travers l'UE, afin d'assurer une protection égale des droits de l'Homme des citoyens européens.

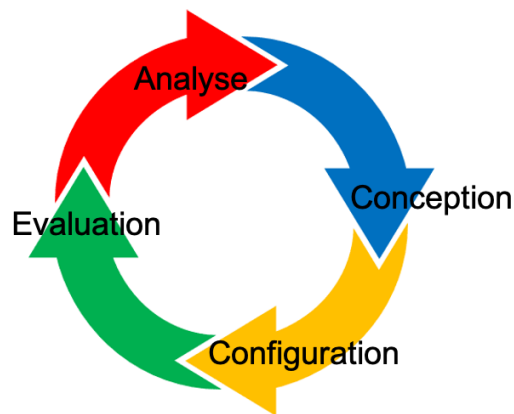
Le RGPD définit les principes suivants concernant les données et leurs traitements :

- la **transparence** (les données doivent être traitées de manière équitable, licite et transparente) ;
- la **pertinence** (les données ne devraient être collectées qu'à des fins déterminées, explicites et légitimes, et non traitées ultérieurement à d'autres fins) ;
- la **minimisation** (les données traitées doivent être pertinentes, adéquates et limitées à ce qui est nécessaire au regard des finalités pour lesquelles elles sont traitées) ;
- la **précision** (les données traitées doivent être exactes et régulièrement mises à jour) ;
- la **conservation** (les données doivent être supprimées après une période limitée) ;
- le **consentement explicite** (les données ne peuvent être collectées et traitées que si la personne donne son consentement explicite).

**Les processus métiers** se réfèrent généralement à toute collection structurée d'activités ou de tâches connexes effectuée pour atteindre les objectifs visés d'une organisation. Il peut être structuré en un ou plusieurs ensembles définis d'activités qui représentent les étapes nécessaires pour atteindre des objectifs relatifs aux affaires, y compris les flux et utilisations d'informations et de ressources. **La gestion des processus métier (BPM)** comprend des concepts, des méthodes et des techniques pour prendre en charge la conception, l'administration, la configuration, la mise en œuvre et l'analyse des processus métier [WES 10].

Le cycle de vie d'un processus métier, selon BPM, est composé de 4 étapes principales : conception et analyse, configuration, exécution et évaluation.

- **la Conception** : au cours de cette étape, les processus métier sont identifiés, examinés, validés et représentés par des modèles graphiques. Cette représentation facilite la communication entre les différentes parties prenantes sur les processus, permettant de les affiner et de les améliorer [WES 10].
- **La Configuration** : Les modèles de processus métier sont mis en œuvre au travers d'un ensemble de politiques et de procédures auxquelles les employés de l'entreprise doivent se conformer par le biais d'un système d'information dédié (i.e., un système de gestion de processus ou BPMS). Le modèle de processus métier est donc enrichi d'informations techniques permettant de développer (si nécessaire) des composants logiciels manquants et de configurer l'environnement organisationnel et technique déjà existant de l'entreprise. Cette configuration comprend la définition et le développement (ou le paramétrage) des interfaces entre les processus métiers et ces utilisateurs ainsi que l'intégration des systèmes logiciels existants avec le système de gestion des processus. Une fois le système configuré, la mise en place des processus métiers sera testée puis mise en œuvre [WES 10].
- **L'Exécution (ou la Mise en œuvre)** : au cours de cette étape, les instances de processus métier sont déclenchées et exécutées pour atteindre les objectifs métier définis. Le système de gestion des processus contrôle activement l'exécution : la mise en œuvre du processus doit garantir la conformité aux contraintes d'exécution spécifiées dans le modèle de processus. Pendant l'exécution, les informations opérationnelles sur les instances de processus (e.g., l'état actuel, le temps d'exécution, les anomalies, les traces d'exécution) sont enregistrées dans les journaux (log) pour une analyse plus approfondis [WES 10].
- **L'Analyse** : au cours de cette étape, les informations des journaux d'exécution sont utilisées pour évaluer et améliorer les processus métier et sa performance. Les données pertinentes (par exemple, les marqueurs de début/fin des tâches, les identifiants des acteurs impliqués dans les tâches, les exceptions, etc) sont recueillies et analysées pour déterminer le degré de performance du processus par rapport à ses mesures de performance. Les techniques de fouille de processus peuvent être utilisées afin de valider l'adéquation d'un processus exécuté par rapport à son modèle et à son environnement d'exécution [WES 10].



**Figure 1.** Cycle de vie d'un processus métier

**BPMN** ([www.omg.org](http://www.omg.org)) est le formalisme de représentation des processus métiers qui est la norme de facto pour la modélisation des processus. Il s'agit d'un langage riche et expressif utilisé pour les tâches associées à la modélisation des processus.

### 3. Protocole de Recherche

Nous avons effectué une revue systématique de littérature [BRE 07] [LEV 06]. La réforme du RGPD est un sujet récent, ici nous examinons comment ce sujet est intégré par la communauté de recherche BPM au travers des outils, méthodes, théories et leurs applications dans la pratique. Nous nous sommes basées sur la méthodologie proposée par [KIC 07]. Cette méthodologie définit les trois phases principales de notre projet : (i) planification de la recherche et définition des questions de recherche;

(ii) étude de sources bibliographiques ; (iii) extraction et analyse des données. Dans la première phase, nous définissons les principales questions de recherche. Dans la deuxième phase, nous effectuons une recherche systématique de la littérature selon le protocole illustré par Figure 2. Dans la dernière phase, nous analysons les articles de recherche collectés et répondons aux questions de recherche définies dans la première phase. Les phases (i) et (ii) sont présentées dans la suite de cette section. Les résultats de la phase (iii) - Extraction et Analyse - sont présentés dans la section 4.

### 3.1. Planification et définition de questions de recherche

Cette étude vise à examiner les récentes méthodes et solutions pour la conformité des processus métiers au RGPD. Il faut savoir qu'il n'existe aujourd'hui aucune pratique standardisée du RGPD. Il est exigé que les entreprises fournissent un niveau de protection de données personnelles raisonnable mais il n'y a pas d'exigence détaillée sur la manière dont les organisations doivent mettre en œuvre le RGPD au sein de leurs processus métiers. Ainsi, les organisations doivent elles-mêmes évaluer leurs processus métiers et mettre en œuvre un plan d'action pour s'y conformer.

La question de recherche centrale (QR) est la suivante.

**QR : Comment la communauté scientifique BPM aborde-t-elle la conformité des processus métier avec le RGPD ?**

Nous avons développé notre étude afin de répondre aux sous-questions plus spécifiques :

*QR1 : La conformité au RGPD est-elle considérée comme un sujet pertinent pour la communauté BPM ? Si c'est le cas, quels types de contributions sont produites par la communauté et quels sont les défis restants à résoudre ?*

*QR2 : A quelles étapes du cycle de vie d'un processus métier interviennent les impacts de la conformité au RGPD ?*

De plus, nous avons examiné séparément les impacts du RGPD sur la conception de nouveaux processus (avec pour objectif d'intégrer les normes RGPD "by design") et sur l'évolution des processus existants (avec pour objectif d'établir la conformité aux normes plus tard dans leurs cycles de vie), ceci nous a permis de définir deux autres sous-questions :

*QR3 : Comment les praticiens intègrent le RGPD dans les processus métiers existants ?*

*QR4 : Comment les normes RGPD sont intégrées à la conception du processus ?*

### 3.2. Étude de Sources bibliographiques

Nous avons choisi de suivre la méthode de recherche proposée par [AHA 11] qui consiste à définir les termes et les chaînes de recherches pour la recherche automatique via les différents moteurs de recherche. Par la suite, nous avons complété par une recherche manuelle. En complétant et en évaluant dans les deux sens la recherche manuelle et la recherche automatique, il a été possible de définir un ensemble de publications pertinentes sur lesquelles nous avons effectué la technique nommée « effet boule de neige » qui repose sur les différentes références que les auteurs ont utilisées dans les publications qui constituent notre revue de littérature. Le processus est illustré par la Figure 1.

#### 3.2.1. Recherche automatique

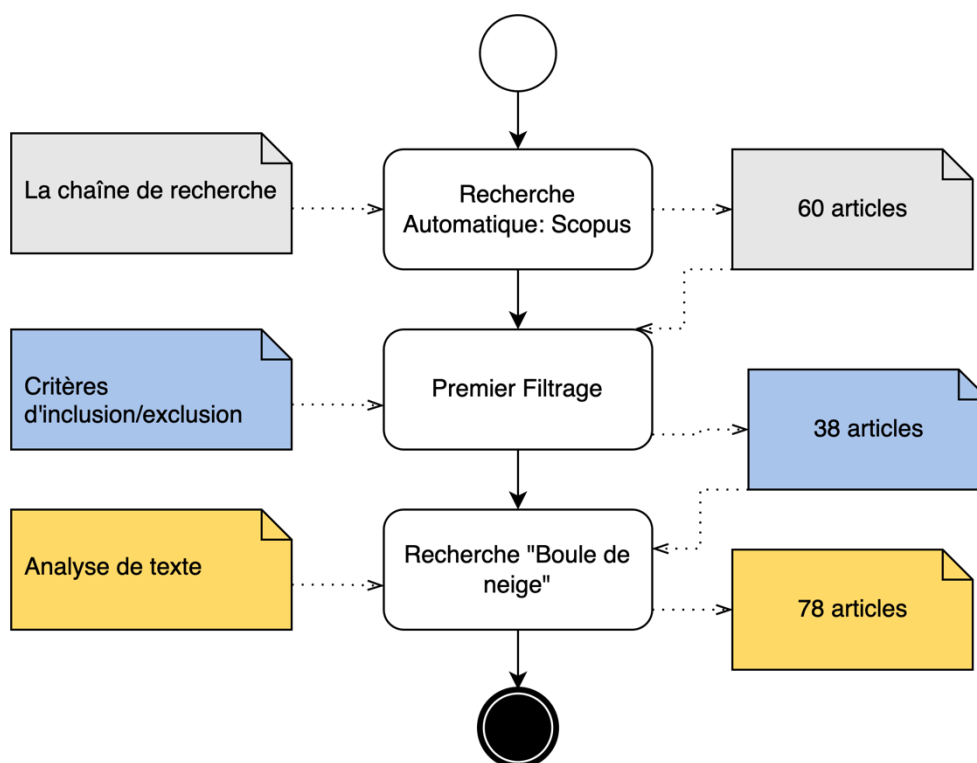
Les mots clefs utilisés pour la recherche reprennent les termes de "RGPD" et "Business process". Par conséquent, les articles qui concernent les domaines tels que « business process management », « business process modeling », « business process design », etc. seront identifiés. Nous avons utilisé la

base de connaissance Scopus (scopus.com) pour identifier la liste initiale des articles. Nous avons ciblé les articles qui répondent aux deux critères suivants :

- 1) Les mots « General Data Protection Regulation » ou l'acronyme RGPD doivent se trouver dans le titre, l'abstract ou les mots clés.
- 2) Les mots « business process » doivent se trouver dans le titre, l'abstract, ou les mots clés.

La chaîne de recherche obtenue est : TITLE-ABS-KEY("Business process") AND (TITLE-ABS-KEY("General Data Protection Regulation") OR TITLE-ABS-KEY(GDPR)).

Nous avons ensuite établi une liste de critères à respecter pour chacun des articles à conserver pour notre étude, en appliquant des critères d'inclusion et d'exclusion.



**Figure 2.** *Processus d'Étude de Sources bibliographiques*

Critères d'inclusion :

CI1 : la source est un article ou un chapitre de livre

CI2 : la source évoque le problème de conformité au RGPD et son impact sur les processus métiers

Critères d'exclusion :

CE1 : la source est un livre ou des actes de conférences

CE2 : la source s'intéresse à la conformité du RGPD sans évoquer l'impact sur la gestion des processus métiers

### 3.2.2. Recherche manuelle

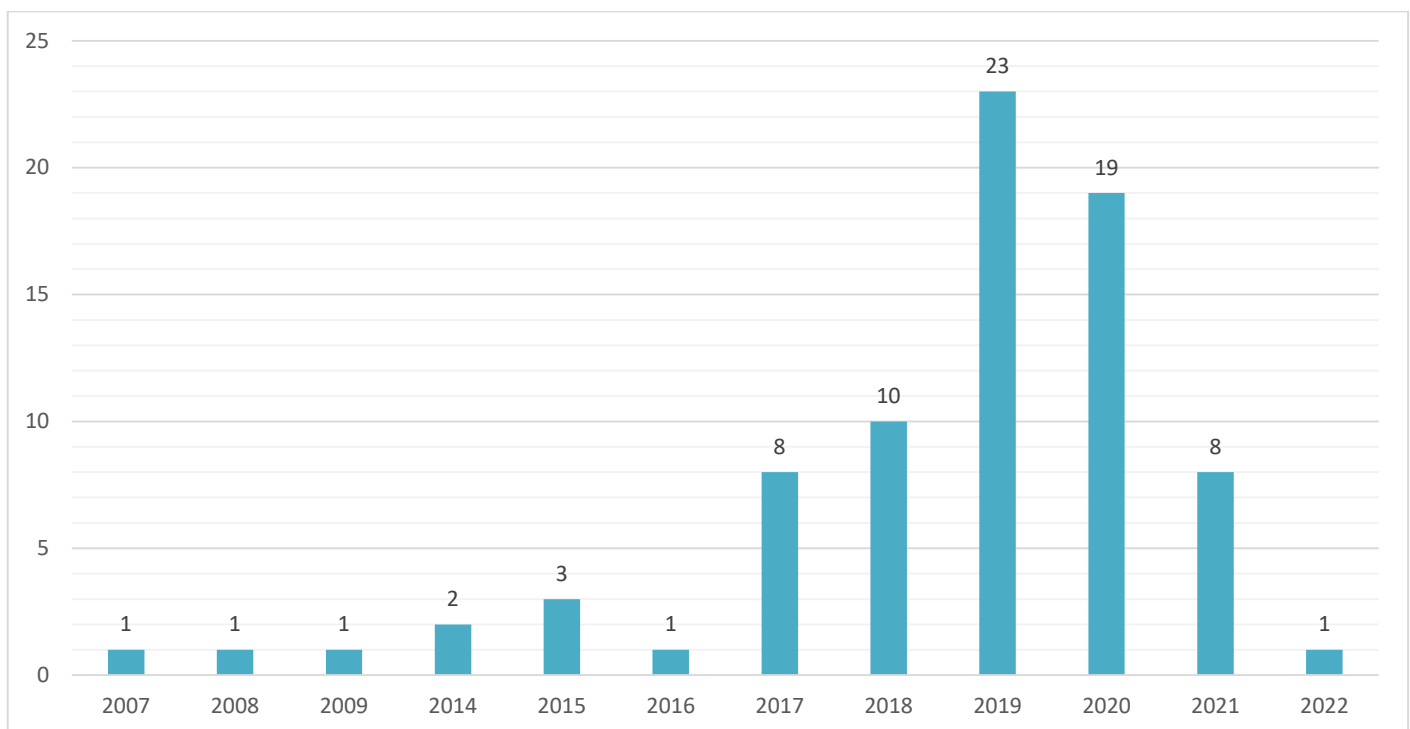
Une fois la sélection terminée, tous les articles identifiés sont utilisés pour former le quasi-gold standard (QGS). Le QGS est établi en effectuant une recherche manuelle dans les articles sélectionnés, afin d'identifier les articles jugés les plus pertinents, selon les experts.

A partir de celui-ci, nous allons effectuer la méthode de l'effet boule de neige pour étendre notre bibliographie: on examine (i) les articles qui se trouvent dans les références de notre QGS (« recherche en amont ») et (ii) les articles qui, de leur côté, citent les articles de notre QGS (« recherche en aval »).

Suite au protocole de recherche défini (Figure 2), nous avons établi une liste de 78 articles afin d'effectuer notre analyse. Pour la simplicité de présentation, nous avons regroupé ces articles dans la première partie de notre bibliographie et ajouté un index numérique.

## 4. Extraction et Analyse des Données

Nous examinons ici l'ensemble des 78 articles sélectionnés afin de caractériser la recherche de manière quantitative et qualitative. Nous avons extrait et exploité les données sur la date de publication, le thème principal, le type de recherche et le rapport avec une étape spécifique du cycle de vie du processus selon BPM.



**Figure 3.** Distribution des articles examinés par année de publication

La Figure 3 illustre la distribution des articles selon leur année de publication. Cette distribution démontre que l'intérêt par rapport aux problématiques de traitement de données personnelles dans le BPM a été traité avant l'application officielle du RGPD, le 25 mai 2018, par les pays membres de l'Union Européenne.

Les articles [ROD 07][WOL 08][MEN 09] [MAT 13] [AHM 14] [ALT 15] [SAN 15] [SAL 17] [ANT 16] publiés entre 2007 et 2016 peuvent être considérés comme les précurseurs de la problématique traitée par notre étude. Ils traitent les exigences de sécurité pour les processus métier ([ROD 07][WOL 08][MEN 09] [MAT 13] [ALT 15] [SAL 17]) et étudient l'importance d'une modélisation adéquate. Les extensions du langage BPMN centrées sur la sécurité sont proposées dans [ROD 07][WOL 08][MAT 13] [AHM 14] [ALT 15] [SAN 15] [SAL 17] [ANT 16].



Nous avons constaté un intérêt croissant pour la technologie liée au RGPD dans les articles publiés depuis 2020 : dans les publications parues entre 2007 et 2019 (50 articles au total) seulement 3 articles évoquaient les aspects technologiques et/ou un impact de la conformité au RGPD sur les technologies d'entreprises ([BEN 18], [FAH 19], [ZEM 19c]); cependant, à partir de 2020 (38 articles), 7 articles ont évoqué ce sujet ([BAR 20a], [BAR 20b], [POS 21], [DEC 20], [BAR 21], [FRE 21], [POL 22]). Nous nous intéresserons au thème de la Technologie dans la section suivante.

Le nombre croissant de publications ces dernières années prouve que la conformité au RGPD est un problème traité par la communauté BPM<sup>1</sup>.

#### 4.1. Classification des articles selon le type de contribution

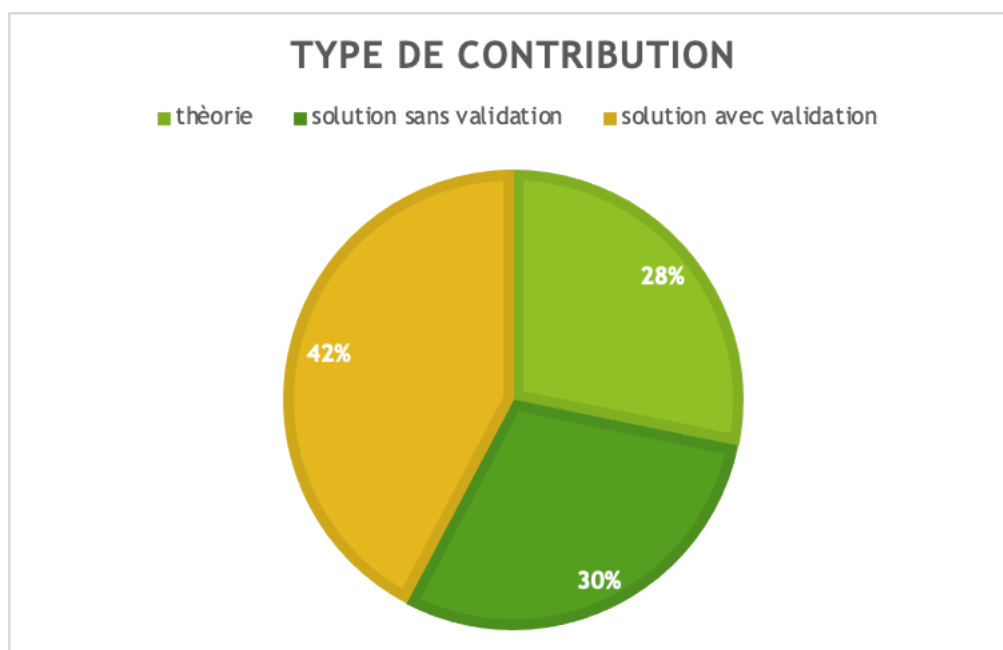
Nous avons établi 3 types d'articles selon leur type de contribution :

**Recherche proposant une théorie** : Ce type d'article a pour objectif d'établir une problématique ou question de recherche afin d'y répondre en déterminant les concepts clefs, les théories et les idées préexistantes en lien avec le sujet choisi sans proposer de solutions pratiques.

**Recherche proposant une solution sans validation empirique** : Ce type d'article consiste en une proposition de solutions à un problème ou question de recherche défini sans validation empirique c'est-à-dire aucune preuve d'observation ou d'expérimentation pour la solution proposée.

**Recherche proposant une solution avec validation empirique** : par ce type, nous avons regroupé les articles proposant une solution à un problème ou question de recherche défini avec une validation/preuve empirique (des exemples de cas pratiques, des expérimentations sont évoqués dans les articles).

La Figure 4 illustre la distribution des travaux de recherches par type de contribution.



**Figure 4.** Résultat de la classification par type de contribution

Parmi les travaux examinés, un grand nombre d'articles proposent des solutions pour la conformité des processus métiers au RGPD avec des preuves empiriques (33 articles). Ces preuves sont

<sup>1</sup> Nous supposons que, au moment de cette publication (janvier 2022), les articles publiés en 2021 ne sont pas encore tous indexés par les moteurs de recherche ; Cela explique aussi qu'il n'y ait qu'un seul article de 2022 qui apparaisse dans notre liste.

principalement des démonstrations suite à des observations/expérimentations ou des validations par les pairs. Ces articles sont également accompagnés de cas pratiques pour démontrer les solutions proposées. Ainsi, ils proposent non seulement un aspect théorique avec une approche ou méthodologie bien définie mais également un aspect pratique en démontrant la mise en œuvre de leurs solutions et analysant les observations et résultats obtenus.

23 articles présentent des “recherches proposant une solution sans validation”. Ces articles présentent des solutions qui ne sont pas (encore) implémentées ou validées ; aucune analyse des observations ou résultats obtenus suite à la mise en œuvre n’est évoquée.

Finalement, 22 articles présentent des solutions uniquement théoriques. Ces articles ont principalement pour objectif de définir les concepts clefs et théories concernant les contraintes du RGPD et l’impact au niveau des processus métiers.

Nous avons détaillé la distribution des contributions selon le type dans la Figure 6.

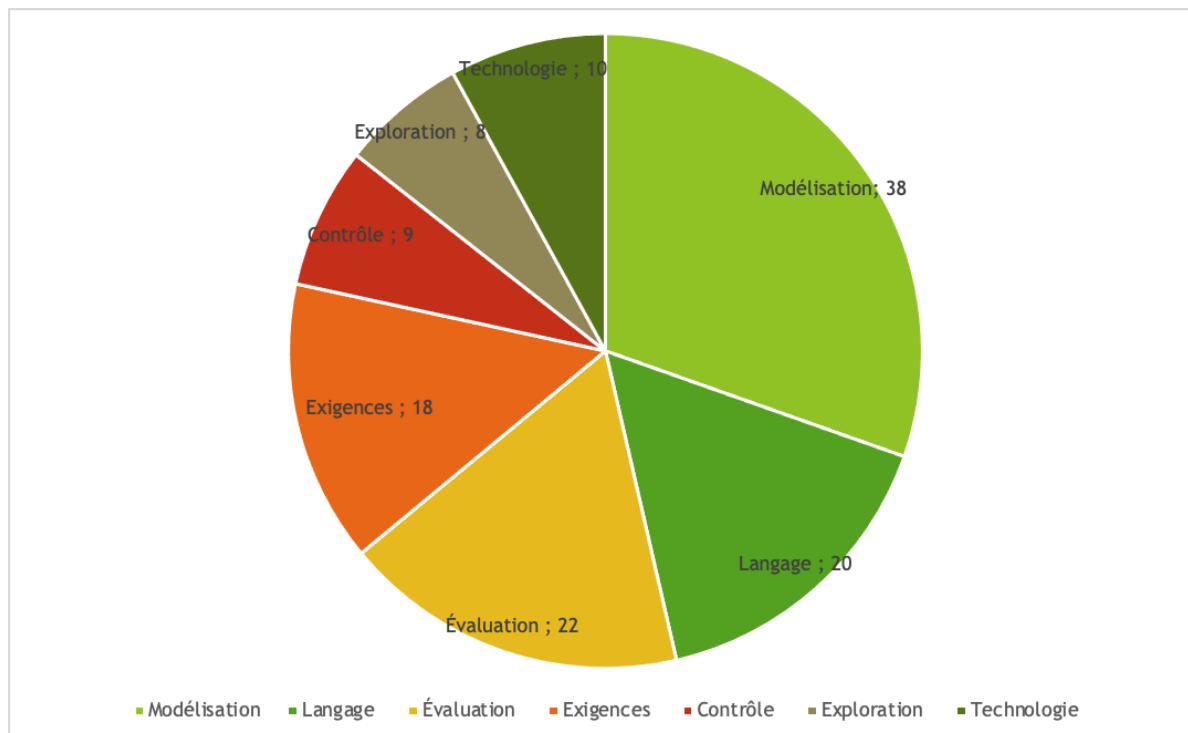
Thèmes	Articles
Recherche théorique	[GON 17] [PAN 18] [KAS 18] [TOM 18] [PAL 18b] [BES 19] [MEH 19] [VOG 20] [ROB 20] [PRI 19] [DIA 20] [POS 21] [BES 20b] [ROO 20] [LIO 20] [VAN 20] [ROU 21] [WIN 21] [FRE 21] [BES 20a] [ZEM 19c] [DEV 19]
Recherche proposant une solution sans validation empirique	[MAT 13] [BUC 17] [BAR 17] [AGA 17] [ROB 17] [BEN 18] [HUE 18] [PIL 18] [PAL 18a] [FAH 19] [AGO 19] [BAR 19b] [BAS 18] [ZAM 19b] [ARB 19] [TOO 19] [GER 19] [COR 19] [CAP 20] [BON 20] [DEC 20] [AMA 21] [POL 22]
Recherche proposant une solution avec validation empirique	[ROD 07] [WOL 08] [MEN 09] [AHM 14] [ALT 15] [SAN 15] [SAL 17] [ANT 16] [HEU 17] [NOT 17] [PUL 17] [AGA 18] [AHM 18] [KAS 20] [CAP 19] [BAR 19a] [CAL 19] [ARF 19] [PUL 19] [BAR 20c] [BAR 20a] [BAR 20b] [DIM 20] [MAT 20] [ZAM 19a] [WIN 20] [TAC 20] [RAM 20] [ZAM 20a] [ZAM 20b] [BAR 21] [DUM 21] [COR 21]

**Tableau 1.** Analyse selon le type de contribution

### 4.2. Classifications des articles selon des thèmes

Nous avons classé des articles sélectionnés sur 7 thèmes principaux (certains articles peuvent s’intéresser à plusieurs thèmes): Modélisation, Langage, Évaluation, Exigences, Contrôle, Exploration, Technologie. La Figure 5 illustre la distribution des articles entre les différents thèmes.





**Figure 5.** Résultat de la classification par thème

#### 4.2.1. Modélisation

Ce thème regroupe les articles qui proposent des outils, des méthodes ou des patrons de modélisation, ainsi que des modèles conceptuels pour la conformité d'un processus métier au RGPD. Ce thème est traité dans 38 articles sur les 78 articles examinés.

Parmi ces 38 articles de nombreux travaux adhèrent au concept de conformité par la conception ("compliance by design") : ils proposent d'assurer la conformité au niveau du modèle et d'appliquer les règles de confidentialité et/ou de sécurité directement au modèle de processus, exprimé en BPMN ou autre langage de modélisation. Certains articles proposent des modèles de conception de processus métier propres à chaque contrainte du RGPD.

D'autres articles de ce thème portent sur la modélisation explicite du RGPD : ils proposent des techniques d'extraction et de formalisation des règles de confidentialité du texte du RGPD afin de faciliter le contrôle automatisé de la conformité. D'autres articles proposent des modèles UML ou modèles de conception d'aide à la modélisation - des modèles représentant les différentes contraintes du RGPD pour une meilleure compréhension des relations des diverses contraintes.

En examinant les types de contribution dans ce thème (Figure 6-a), nous avons identifié 39% de contributions présentant des solutions pratiques avec une validation empirique, 32% présentant des solutions (ou idées de solutions) sans validation et 29% pour des contributions théoriques (voir la section 4.1 pour la discussion sur les types de contributions). C'est une distribution équilibrée qui montre un thème bien traité par la communauté de la recherche.

#### 4.2.2. Évaluation

Les 22 articles regroupés dans ce thème s'intéressent aux méthodes et outils permettant d'évaluer des processus métier et leur environnement d'exécution afin d'assurer la conformité au RGPD.

Ce thème est abordé dans la littérature depuis 2018, année d'entrée en vigueur du RGPD. Les articles examinés évoquent les méthodes d'évaluation de la conformité au RGPD sur plusieurs niveaux d'architecture d'entreprise : métier, systèmes, et infrastructure. Au niveau métier, la conformité des processus métiers organisationnels est évaluée indépendamment des plateformes d'exécution ; au

niveau systèmes, la conformité des systèmes d'information qui réalisent des processus métier est examinée ; au niveau de l'infrastructure, l'impact du RGPD sur différentes technologies d'infrastructure (par exemple, Blockchain, Cloud, IoT) est évalué.

Concernant les types de contributions (Figure 6-b), notre analyse démontre que 55% (la plupart) des contributions présentent une solution avec une validation empirique ; 27% des contributions sont des articles théoriques et 18% des articles présentent une solution (ou une idée de solution) sans validation. Cette distribution peut être expliquée par un intérêt pratique dans les outils d'évaluation.

#### 4.2.3. Langage

Ce thème regroupe des articles qui proposent un nouveau langage de modélisation ou une évolution d'un langage de modélisation (ex. : BPMN) pour traiter explicitement la conformité du RGPD. Ce thème est évoqué dans 20 articles.

Beaucoup de travaux sur les langages de modélisation traitant explicitement des aspects de sécurité et de confidentialité ont été publiés avant l'entrée en vigueur du RGPD en 2018 (9 articles).

Sur les 20 articles examinés, une majorité d'articles évoque la conformité des processus métiers au RGPD via l'évolution du BPMN. BPMN est le formalisme le plus couramment utilisé pour représenter les processus métiers. Il est conçu pour être un langage extensible et peut être utilisé pour créer des extensions pour de nouveaux artefacts dans les diagrammes BPMN. Des extensions du langage BPMN axées sur la sécurité et confidentialité (« security-aware BPMN » ou « privacy-enhanced BPMN ») ont été proposées dans ([ROD 07],[AHM 14],[ALT 15],[SAN 15],[SAL 17],[PUL 17], [PUL 19], [RAM 20]).

Un grand nombre d'articles propose des solutions d'extensions de BPMN pour représenter les tâches liées à la protection des données. La deuxième solution la plus évoquée dans ce thème vise à intégrer le modèle juridique du RGPD dans un processus métier. Par exemple, le modèle DAPRECO [LIO 20] [PAL 18b][ROB 20] propose un formalisme et définit un référentiel de règles RGPD écrites en LegalRuleML - un standard pour représenter le contenu sémantique et logique des documents juridiques.

La majorité des articles de ce thème présentent une solution avec une validation (Figure 6-c).

#### 4.2.4. Exigences

Ce thème regroupe les articles qui s'intéressent aux exigences par rapport aux processus métiers et à leurs environnements d'exécution (i.e., SI d'entreprises) en lien avec le RGPD, ainsi que des techniques et des outils permettant l'extraction et la formalisation de ces exigences. Ce thème est évoqué dans 18 articles. Ils traitent principalement des exigences de sécurité et de confidentialité. La majorité des articles est centrée sur la conception de processus métier - 12 articles ([ROD 07],[WOL 08], [MEN 09],[MAT 13],[BUC 17],[BAR 13],[VOG 20],[COR 19],[DIA 20][ZAM 20b],[RAM 20],[BES 20a]) ; 7 articles ([ALT 15],[SAL 17],[ZEM 19c],[PIL 18],[POL 22], [RAM 20],[BES 20a]) évoquent les exigences par rapport aux systèmes d'information et à l'infrastructure lors de la phase de configuration et d'exécution de processus et 1 article ([FAH 19]) traite des exigences par rapport aux techniques d'analyse de processus (i.e., process mining). La figure 6-d illustre la distribution des contributions dans ce thème par type.

#### 4.2.5. Contrôle

Les articles regroupés ici proposent des méthodes et des outils de monitoring et de contrôle de conformité par rapport au RGPD pour des processus métier déjà mis en place. Ici, le contrôle de conformité, le diagnostic d'anomalies et les risques en temps réel sont les sujets les plus évoqués.

Ce thème est traité dans 6 articles. Les contrôles proposés pour les processus métiers existants concernent les contrôles d'accès et d'habilitation afin d'effectuer des contrôles sur chaque activité exécutée ([CAL 19],[BAS 18],[ROO 20], [DEV 19],[DEC 20],[BEN 18],[KAS 20]).

#### 4.2.6. Exploration

Ce thème regroupe les articles traitant des techniques d'analyse des processus métiers axés sur la conformité au RGPD. Ces techniques explorent divers artefacts de processus (les spécifications, les modèles, les traces d'exécution, etc.) et peuvent être utilisées pour évaluer la conformité au RGPD, pour découvrir une violation de conformité et pour contribuer à la (re)conception et évolution des processus métier existants ainsi que des nouveaux processus. Les méthodes de fouille de processus au service du RGPD et des processus métiers sont particulièrement courantes. D'autres méthodes sont basées sur le monitoring de processus et sur l'utilisation de technologies de protection de la vie privée (PETs). Les technologies de protection de la vie privée sont des technologies qui incarnent les principes fondamentaux de protection des données en minimisant l'utilisation des données personnelles, en maximisant la sécurité des données et en responsabilisant les individus. Des exemples de ces technologies incluent le contrôle d'accès, la confidentialité différentielle, le VPN, etc. Nous avons trouvé 8 articles qui s'intéressent à l'exploration ([BEN 18],[ZAM 19a],[MEH 19],[ZAM 19b],[ARF 19],[TAC 20],[ZAM 20a],[DUM 21]).

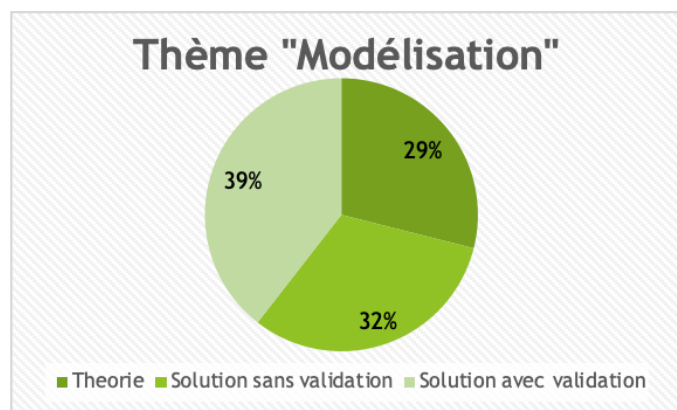
#### 4.2.7. Technologie

Ce thème regroupe les articles qui examinent *le rôle d'une technologie* particulière pour assurer la conformité au RGPD pour les entreprises ou, inversement, qui explorent *l'impact du RGPD* sur l'utilisabilité, la faisabilité, l'efficacité de ces solutions dans les organisations. Ce thème est traité dans 10 articles de notre sélection.

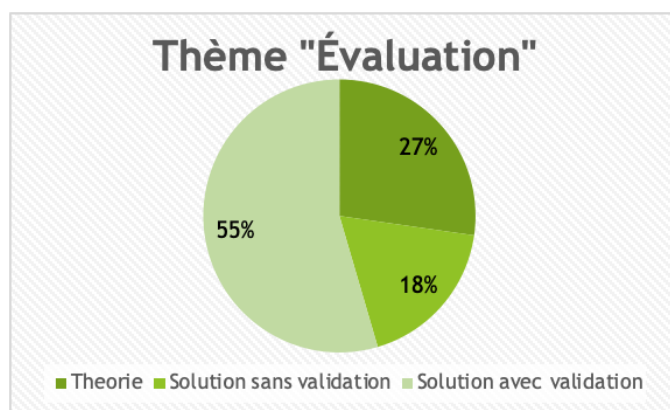
Nous avons constaté un intérêt croissant pour les technologies Blockchain considérées aujourd'hui comme une plateforme d'exécution pour les processus inter-organisationnels. Ce sujet est traité dans 10 articles ([BEN 18],[MEH 19],[ZAM 19b],[ARF 19],[ZAM 19a],[TAC 20],[ZAM 20a],[DUM 21]). Le problème soulevé par les chercheurs concerne les blockchains dont les ledgers distribués sont « uniquement en ajout » : une fois que les données sont ajoutées, elles ne peuvent plus être retirées d'une Blockchain. De plus, chaque modification des données historiques peut être immédiatement invalidée. Les mécanismes pour faire face aux exigences de suppression et de rectification du RGPD sont en conséquence de grand intérêt aujourd'hui.

Thèmes	Articles
Modélisation	[WOL 08] [MAT 13] [AHM 14] [SAL 17] [ANT 16] [HEU 17] [NOT 17] [BUC 17] [BAR 17] [GON 17] [AGA 17] [PAN 18] [HUE 18] [TOM 18] [PAL 18b] [PAL 18a] [BES 20a] [DEV 19] [BES 19] [AGO 19] [BAR 19b] [BAR 19a] [ARB 19] [VOG 20] [COR 19] [BAR 20c] [BAR 20a] [BAR 20b] [MAT 20] [CAP 20] [WIN 20] [BES 20b] [RAM 20] [BAR 21] [DUM 21] [ROU 21] [WIN 21] [AMA 21]
Langage	[ROD 07] [AHM 14] [ALT 15] [SAN 15] [SAL 17] [NOT 17] [AGA 17] [PUL 17] [ROB 17] [AGA 18] [DEV 19] [KAS 20] [BAR 19a] [ROB 20] [PUL 19] [GER 19] [WIN 20] [BON 20] [RAM 20] [AMA 21]
Évaluation	[KAS 18] [PIL 18] [AGA 18] [AHM 18] [DEV 19] [BES 19] [KAS 20] [CAP 19] [TOO 19] [PRI 19] [COR 19] [BAR 20c] [BAR 20b] [DIM 20] [MAT 20] [ZAM 19a] [BON 20] [LIO 20] [VAN 20] [BAR 21] [DUM 21] [COR 21]
Exigences	[ROD 07] [WOL 08] [MEN 09] [MAT 13] [ALT 15] [SAL 17] [BUC 17] [BAR 17] [PIL 18] [BES 20a] [FAH 19] [VOG 20] [ZEM 19c] [COR 19] [DIA 20] [RAM 20] [ZAM 20b] [POL 22]
Contrôle	[BEN 18] [BES 20a] [KAS 20] [CAL 19] [BAS 18] [DIM 20] [ROO 20] [DEC 20] [COR 21]
Exploration	[BEN 18] [MEH 19] [ZAM 19b] [ARF 19] [ZAM 19a] [TAC 20] [ZAM 20a] [DUM 21]
Technologie	[BEN 18] [FAH 19] [ZEM 19c] [BAR 20a] [BAR 20b] [POS 21] [DEC 20] [BAR 21] [PRE 21] [POL 22]

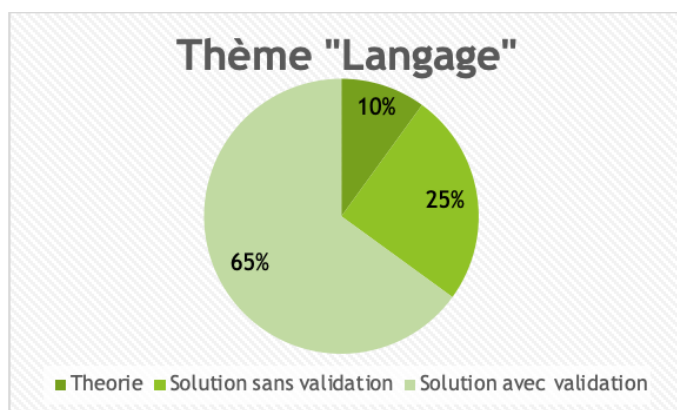
Tableau 2. Analyse selon le thème



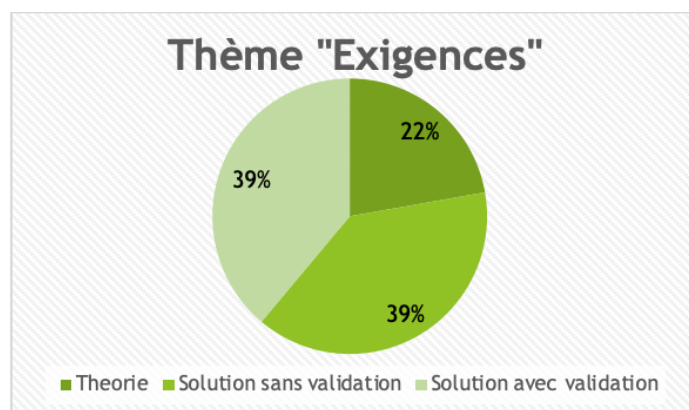
a)



b)



c)



d)

**Figure 6.** Type de contributions par thème

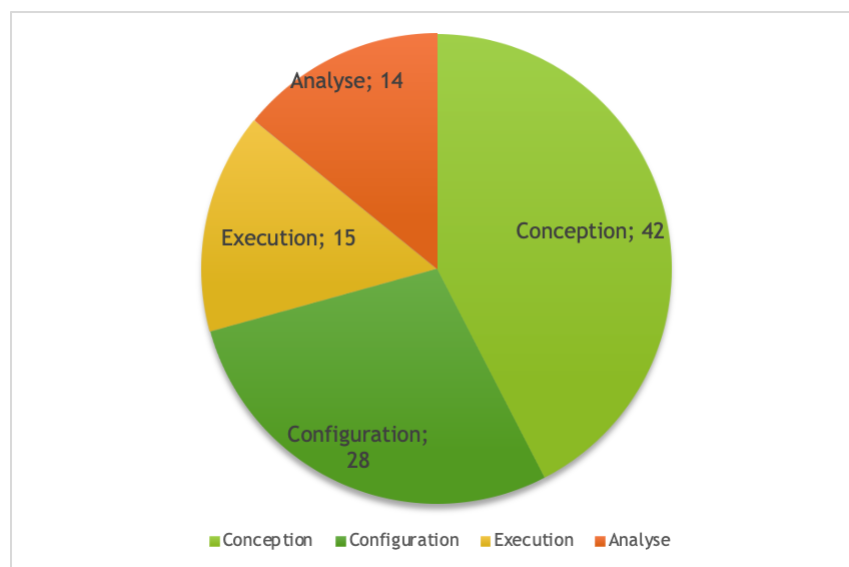
#### 4.3. Classification selon l'étape du cycle de vie d'un Processus Métier (d'après BPM)

L'objectif de cette analyse est d'identifier les étapes du cycle de vie des processus métier les plus concernés par la conformité au RGPD d'après les travaux de recherche recueillis. Nous cherchons à examiner les types de contributions pour chaque étape afin d'identifier les lacunes et de suggérer de nouvelles directions de recherche. Les quatre étapes du cycle de vie d'un processus métier sont la Conception, la Configuration, l'Exécution et l'Analyse. Certains articles traitent la conformité au RGPD sur plusieurs étapes. La Figure 7 illustre la distribution des articles entre les étapes.

##### 4.3.1. Conception

La Conception est l'étape la plus présentée par les articles scientifiques (42 articles). Les chercheurs proposent un grand nombre de modèles de processus métier conformes aux contraintes du RGPD. La majorité de ces travaux se concentre sur les approches et les techniques de modélisation pour répondre aux exigences de sécurité et de confidentialité « de la conception » des processus (i.e., le principe de « compliance by design »). Ces exigences sont explicitement traitées dans 13 articles ([ROD 07][WOL 08][MEN 09][MAT 13][BUC 17][BAR 17][PIL 18][BES 20a][VOG 20][COR 19][DIA 20][RAM 20][ZAM 20b]).

Considéré comme langage de référence pour la modélisation de processus métier, BPMN est évoqué dans [ROD 07] [AGO 19][AHM 14][KAS 20][BAR 19a][PUL 19][WIN 20][RAM 20][AMA 21]. Par exemple, [AGO 19] évoque les 7 principales contraintes du RGPD et un processus métier est défini pour chacun d'eux grâce au langage BPMN.



**Figure 7.** *Résultat de la classification par étape du cycle de vie selon BPM*

La modélisation explicite des règles du RGPD est considérée comme une autre approche conduisant à un processus métier conforme au RGPD dès la conception. [TOM 18] présente un modèle conceptuel du RGPD qui intervient comme un outil d'aide à la modélisation de processus métiers. C'est un outil pour aider à l'élaboration d'une politique de confidentialité organisationnelle. L'objectif est de l'utiliser comme un cadre de référence pour conduire la définition des règles de confidentialité car il fournit une vue d'ensemble pratique mais concrète du RGPD. En comprenant l'état existant des activités de traitement des données dans une organisation et en les instanciant dans le modèle, les zones de conformité partielle ou de non-conformité peuvent être identifiées, puis des politiques internes peuvent être construites et même renforcées et des actions peuvent être menées au niveau de l'élaboration des processus métiers. Une autre application potentielle de ce modèle peut être le développement d'extensions de langages de modélisation conformes au RGPD.

Concernant les types de contributions (Figure 8-a), notre analyse démontre que 43% des contributions présentent une solution avec une validation empirique ; 28% des contributions sont des articles théoriques et 29% des articles présentent une solution (ou une idée de solution) sans validation.

#### 4.3.2. Configuration

L'étape de Configuration est étudiée dans 28 articles. Cette étape permet de s'intéresser à la configuration que nous pouvons mettre en place pour mettre en œuvre le processus métier (ressources organisationnelles, composants SI). L'intégration directe des exigences du RGPD dans la configuration et par la suite à l'exécution des processus métier représente un aspect clé à la fois pour la gestion et la validation de la confidentialité pour les entreprises.

Parmi les 28 travaux examinés, 8 articles ont été publiés avant l'entrée en vigueur du RGPD ([AHM 14][ALT 15][SAN 15][SAL 17][NOT 17][AGA 17][PUL 17][ROB 17]). Ces articles proposent des solutions pour la mise en place des processus métier qui s'intéressent explicitement aux aspects de sécurité et de confidentialité des données d'entreprise. Parmi les articles publiés à partir de 2018, un grand nombre est centré sur la configuration d'un processus métier sur une infrastructure particulière ([BEN 18][ZEM 19c][BAR 20a][BAR 20b][BAR 20c][DEC 20][BAR 21][FRE 21][POL 22]). IoT, Cloud, Blockchain sont les technologies évoquées. Par exemple, [BAR 20a] et [BAR 19a] proposent une approche qui utilise le modèle juridique du RGPD pour enrichir un processus métier d'annotations qui expriment des exigences de protection des données.

La Figure 8-b illustre la distribution des articles traitant la configuration par type de contribution.



### 4.3.3. Exécution

L'étape d'Exécution est présente dans 15 articles. Alors que certains articles proposent d'étendre les processus existants avec des activités de contrôle et/ou des scénarios d'exécution spécifiques par rapport au RGPD, d'autres proposent de surveiller et de contrôler la conformité au RGPD pendant l'exécution du processus, sans changer le processus lui-même. Les auteurs de [CAL 19] proposent une intégration directe des exigences du RGPD dans l'exécution des processus métiers via l'utilisation de services de sécurité tels que les contrôles d'accès. Cela peut représenter un aspect clé à la fois pour la gestion et l'assurance de la confidentialité. Le faible nombre d'articles centrés sur cette étape du cycle de vie peut indiquer que les retours d'expérience et les solutions pour une analyse de conformité RGPD en "run time" sont toujours en cours de développement. Dans [BAS 18], la notion de conformité s'articule autour de la notion de but / finalité. Les auteurs proposent d'associer les processus métiers avec un ou plusieurs objectifs permettant d'identifier les finalités et de classer les types de données collectées, en conformité avec le RGPD.

Comme pour l'étape de configuration, de nombreux travaux concernent l'environnement d'exécution ([DEC 20], [BEN 18], [POL 22], [POS 21], [BAR 20b], [BAR 21]). La technologie Blockchain est évoquée dans [POS 21][BAR 20b][BAR 21]. Par exemple, les auteurs de [POS 21] proposent une infrastructure Blockchain compatible avec le RGPD.

La Figure 8-c illustre la distribution des articles traitant l'exécution par type de contribution.

### 4.3.4. Analyse

L'étape d'Analyse est prise en compte par 14 articles. Ces articles évoquent principalement des techniques et méthodes d'analyse à partir des logs existants pour analyser les processus métiers et être conforme au RGPD. Une grande majorité des articles évoquent la nécessité de revoir la conception des processus métiers suite à l'analyse. [ZAM 19a] [ZAM 19b] [MEH 19] [FAH 19] évoquent une solution de conformité RGPD orientée entreprise en se basant sur l'utilisation de fouille de processus (process mining). [MEH 19] prévoit d'utiliser et d'améliorer les techniques de fouille de processus pour résoudre les problèmes tels que le contrôle de conformité des processus métiers.

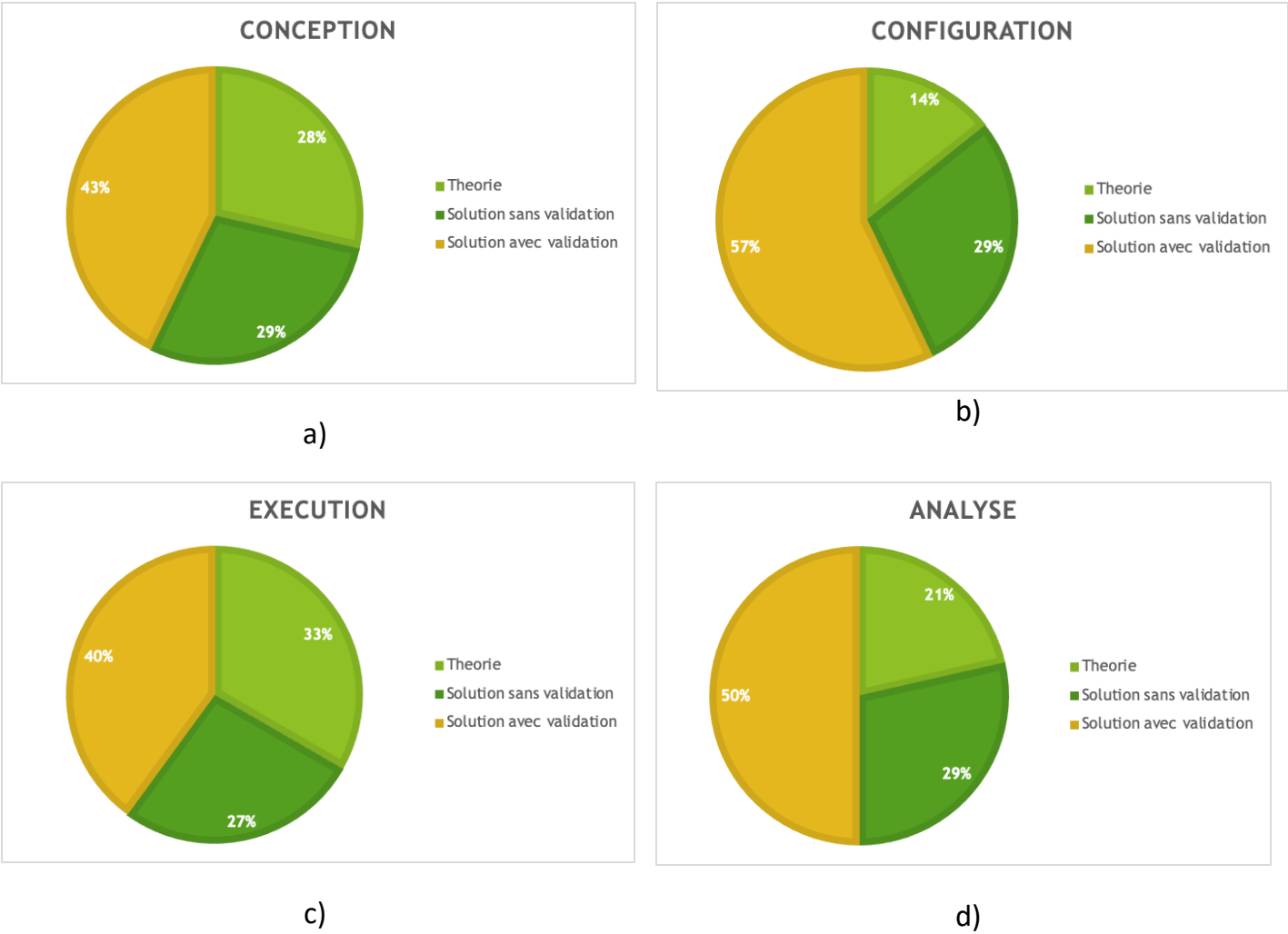
Nous pouvons conclure que la communauté considère que l'élaboration d'un nouveau processus métier reste pour le moment une solution plus efficace pour répondre à la conformité du RGPD par rapport à l'évolution d'un processus déjà existant.

La Figure 8-d illustre la distribution des des articles traitant l'analyse par type de contribution .



Thèmes	Articles
Conception	[ROD 07][WOL 08][MEN 09] [MAT 13][AHM 14][ANT 16][HEU 17][BUC 17][BAR 17][GON 17] [PAN 18][KAS 18][HUE 18][PIL 18][TOM 18][PAL 18b][PAL 18a][BES 20a][BES 19] [KAS 20] [AGO 19][BAR 19b][BAR 19a][ARB 19][VOG 20][PUL 19][COR 19][BAR 20c][BAR 20a] [DIA 20] [BAR 20b][DIM 20][MAT 20][CAP 20] [WIN 20] [BES 20b][RAM 20][ZAM 20b][BAR 21][ROU 21] [WIN 21][AMA 21]
Configuration	[PIL 18][ALT 15][SAN 15][SAL 17][NOT 17][AGA 17][PUL 17][ROB 17][BEN 18][AHM 14][AGA 18][AHM 18][BAR 19a][PUL 19][BAR 20c][BAR 20a][BAR 20b][ROB 20][GER 19][ZEM 19c] [RAM 20][BAR 21][BON 20][DEC 20][VAN 20][FRE 21][COR 21][POL 22]
Exécution	[BEN 18] [DEC 20] [POL 22] [DEV 19] [KAS 20] [CAL 19] [BAS 18] [DIM 20] [BAR 20b] [POS 21] [BAR 21] [BES 19] [ROO 20] [COR 21] [BES 20a]
Analyse	[BAS 18] [FAH 19] [CAP 19] [MEH 19] [COR 21] [ZAM 19b] [TOO 19] [ARF 19] [PRI 19] [ZAM 19a] [TAC 20] [LIO 20] [ZAM 20a] [DUM 21]

**Tableau 4.** *Analyse selon la phase du cycle de vie*



**Figure 8.** *Type de contributions par étape du cycle de vie*

## 5. Discussion

Suite à notre analyse, nous pouvons répondre à nos questions de recherche définies pour cette étude :

**QR : Comment la communauté scientifique BPM aborde-t-elle la conformité des processus métier avec le RGPD ?**

*QR1 : La conformité au RGPD est-elle considérée comme un sujet pertinent pour la communauté BPM ? Si c'est le cas, quels types de contributions sont produites par la communauté et quels sont les défis restants à résoudre ?*

Le nombre de publications (Figure 3) illustrent un grand intérêt de la communauté scientifique BPM pour le sujet de la protection de données. Les techniques et les méthodes de modélisation, d'analyse et d'évaluation de processus métiers sont considérées comme des outils des plus importants pour les entreprises afin d'assurer la conformité au RGPD. La plupart des contributions scientifiques étudiées proposent des solutions pratiques (avec ou sans validation) - ce qui illustre une grande valeur appliquée (Figure 4).

*QR2 : A quelles étapes du cycle de vie d'un processus métier interviennent les impacts de la conformité au RGPD ?*

Toutes les étapes du cycle de vie d'un processus métier sont concernées par la conformité du RGPD et représentées par les articles de recherche (Figure 7). Il est important d'initier les processus métiers conformes au RGPD mais également de surveiller le fonctionnement et le flux des données dans la phase d'évaluation. Nous avons identifié les 7 thèmes les plus fréquemment abordés par les chercheurs (section 4.2) : les outils et techniques de *modélisation* des processus, les *langages* de modélisation, et les méthodes et outils d'*évaluation* des processus sont parmi les sujets les plus évoqués. Ces sujets sont souvent associés à l'étape de conception du cycle de vie du processus. Les solutions proposées visent la « conformité dès la conception ». Néanmoins, la conformité RGPD est également activement recherchée lors des phases ultérieures du cycle de vie (configuration, exécution, analyse).

*QR3 : Comment les praticiens intègrent le RGPD dans les processus métiers existants ?*

Nous avons pu identifier 15 publications avec des résultats sur des processus métiers déjà existants (étape d'exécution) et leur mise en conformité en cours d'exécution (« at run time ») (Figure 7). Certaines contributions sont axées sur le Contrôle et l'Exploration (Figure 5), où la conformité (ou l'absence de conformité) au RGPD peut être détectée en utilisant des techniques de fouille de processus.

*QR4 : Comment les normes RGPD sont intégrées à la conception du processus ?*

La Conception est l'étape la plus alimentée par la communauté scientifique (Figure 7). Elle comporte un nombre important de solutions pertinentes et d'aide à la modélisation des processus métiers conformes au RGPD. L'intérêt pour cette étape peut s'expliquer par l'effet qu'elle comporte un coût budgétaire plus faible. En effet, la prise en compte du RGPD dès le départ permet d'éviter plusieurs difficultés telles que le fait de retravailler sur plusieurs points du projet nécessitant la conformité qui peuvent impliquer des coûts supplémentaires mais également un retard dans la mise en production. De plus, lorsque la conformité est prise en compte dès le démarrage, le risque de poursuites judiciaires pour cause de manquement est réduit comparé à la mise en place de la conformité sur des processus existants.

En examinant les différentes étapes de cycle de vie BPM, nous avons identifié les deux étapes les plus impactées par le RGPD : l'étape de Conception où la communauté scientifique cherche à assurer la

conformité RGPD en amont, par des techniques de modélisation et d'analyse de modèles ; et l'étape de Configuration, où la communauté cherche à évaluer et développer les environnements d'exécution de processus conformes au RGPD.

Nous avons constaté un intérêt croissant pour la technologie liée au RGPD depuis 2020. Notamment, la Blockchain est considérée aujourd'hui comme une plateforme d'exécution pour les processus inter-organisationnels. La compatibilité de cette plateforme avec les contraintes RGPD est souvent abordée par les chercheurs.

La communauté scientifique envisage le BPMN comme un langage adéquat pour viser la conformité du RGPD. Un grand nombre d'articles évoquent des solutions d'évolution du BPMN pour représenter les processus métiers. Suite à l'exécution des processus métiers, les méthodes d'exploration sont soulevées par certains articles pour surveiller et contrôler la conformité des processus métiers. L'objectif étant de s'assurer que les processus métiers liés au RGPD soient continuellement surveillés. Les écarts entre les processus modélisés et les traces générées par les journaux doivent être identifiés, optimisés et initier les changements des processus futurs conformes au RGPD.

Les techniques de fouille de processus sont reconnues efficaces pour évaluer les processus métiers et envisager une re-conception après avoir fait une analyse des violations existantes dans le processus métier. L'objectif étant d'effectuer un suivi des processus liés au RGPD. Les étapes de surveillance sont très importantes pour les entreprises car, depuis la mise en place du RGPD, les entreprises ont l'obligation de prouver qu'elles se conforment à celui-ci. Ainsi, les logs et les techniques de fouille de processus permettent d'établir les preuves nécessaires (données supprimées, accès, finalités, etc.).

### *Validité de l'étude*

Dans ce travail, nous appliquons un protocole de recherche empirique, basé sur l'étude systématique de la littérature. [WOH 03] spécifie 2 axes principaux pour examiner la validité de la recherche : validité interne et validité externe. Nous allons d'abord présenter nos arguments pour justifier la qualité de cette recherche selon ces derniers axes. Ensuite nous proposons les 5 catégories de validité selon [THO 11].

**La validité interne** est la mesure dans laquelle une étude établit une relation de cause à effet digne de confiance entre un traitement et un résultat [WOH 03]. La validité interne repose sur la rigueur d'un protocole de recherche. Notre étude a été menée de manière systématique, afin de couvrir les travaux de recherche publiés entre janvier 2007 et janvier 2022. Afin d'assurer la validité interne, notre protocole est documenté dans la section 3. Il permet de valider la pertinence d'ensemble des travaux examinés, des questions de recherches posées et des réponses obtenues afin de confirmer la validité interne de ce travail. Cependant, la phase de recherche manuelle basée sur l'analyse de texte et la recherche « boule de neige » restent les choix subjectifs de 3 chercheurs (auteurs de cette article). Ceci représente un obstacle à la validité d'actuelle étude, souvent adressé comme « biais de l'expérimentateur ».

**La validité externe** est la mesure dans laquelle les résultats de l'étude peuvent être généralisés/applicables à un groupe plus large de personnes, d'organisations, de projets ou de situations. Notre étude est basée sur l'analyse de 78 articles - échantillon d'une grande taille, permettant de faire des observations statistiquement importantes. Nos conclusions peuvent être considérées valides pour des processus métiers de manière générale. Néanmoins, les articles examinés représentent des projets de recherches / des domaines d'applications / cas d'utilisations / types d'entreprises différents et donc ne nous permettent pas de tirer une conclusion sur la généralisabilité de nos résultats pour un domaine industriel (ex. : finance) ou un type entreprise (ex. : PME) en particulier. Ceci représente un obstacle à la validité. Pour pallier cet obstacle, une autre recherche, se concentrant sur des pratiques ou domaines industriels particuliers est nécessaire.

[THO 11] propose 5 catégories de validité que nous détaillons dans le tableau suivant.

Validité	
<b>Validité descriptive : se réfère à l'exactitude des données</b>	Nous avons unifié les critères utilisés dans l'étude et structuré l'information à recueillir à l'aide d'un formulaire d'extraction de données pour un enregistrement uniforme des données. Néanmoins, un obstacle à la validité lié au fait que les données ont été recueillies, filtrées et interprétées par 3 experts humains (« biais de l'expérimentateur ») peut être cité. Afin de pallier cet obstacle, un ensemble plus grand d'experts (chercheurs et praticiens) pourrait être envisagé pour cette étude.
<b>Validité théorique : dépend de la capacité d'obtenir l'information qu'elle est censée saisir.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nous avons utilisé une chaîne de recherche et l'avons appliquée à une base de données comprenant les bibliothèques numériques les plus populaires en informatique et en génie logiciel.</li> <li>- Un ensemble de critères d'inclusion et d'exclusion a été défini.</li> <li>- Nous avons combiné deux méthodes de recherche différentes : une recherche automatique et une recherche manuelle (en sens inverse et en sens inverse), afin de réduire le risque de ne pas trouver toutes les preuves disponibles.</li> <li>- Le choix des sources anglaises devrait avoir un impact minimal en ce qui concerne l'élimination des autres langues.</li> </ul>
<b>Validité de généralisation : concerne la capacité de généraliser les résultats.</b>	Notre ensemble de questions de recherche est suffisamment général pour identifier et classer les résultats sur la prise en compte du RGPD dans les processus métiers. Cette étude ne permet pas de généraliser les conclusions sur un domaine industriel ou un type d'entreprise en particulier.
<b>Validité évaluative : obtenue lorsque les conclusions sont raisonnables compte tenu des données.</b>	Trois chercheurs ont étudié les résultats et validé chaque conclusion. Aucun expert de l'industrie (domaine BPM) ou de la pratique juridique (RGPD) n'a été impliqué dans cette étude. Cela peut être considéré comme une menace à la validité.
<b>Validité de transparence : fait référence à la répétabilité du protocole de recherche.</b>	Le protocole du processus de recherche est suffisamment détaillé pour qu'il puisse être répété de façon exhaustive.

## 6. Conclusion

Traditionnellement, n'ayant pas d'obligation en place, les organisations et les entreprises traitent les données personnelles de personnes, dans quelques cas sans consentement explicite, avec des finalités d'utilisation non définies, les conservant pour des périodes illimitées et même les sous-louant à d'autres entreprises. Le règlement européen sur la protection des données impose depuis le 25 mai 2018 de nouvelles contraintes aux entreprises concernant le traitement des données à caractère personnel. Par conséquent, cela engendre de grands changements organisationnels comme le déploiement de personnes dédiées à la protection des données, la modification des politiques d'accès aux données, la formation du personnel pour améliorer la culture et la sensibilisation à la confidentialité, des modifications techniques comme la mise à jour des processus métiers.

Le RGPD influence fortement la façon dont les organisations doivent aborder la confidentialité des données, les forçant à repenser et à mettre à niveau leurs processus métiers afin de s'y conformer. Pour de nombreuses organisations, cela peut être une tâche complexe car, jusqu'à présent, très peu de

travaux ont été réalisés pour identifier facilement les problèmes de confidentialité dans les processus métiers. Notre étude avait pour but d'examiner cette problématique afin de faire ressortir les solutions envisagées, les avantages et les limites des recherches scientifiques sur la conformité des processus métiers au RGPD. Nous avons effectué un focus sur chaque étape du cycle de vie d'un processus métier afin d'y observer les recherches menées jusqu'à aujourd'hui. Nous constatons que la conformité est à prendre en compte dans toutes les étapes du cycle de vie d'un processus métier, notamment les étapes de modélisation et de configuration. Certaines recherches proposent des solutions alternatives dans les deux autres phases comme les contrôles d'accès ou la fouille de processus. Il est à noter que 40% des articles ne présentent pas de preuves empiriques et/ou solutions de mise en œuvre. En effet, l'entrée en vigueur du RGPD datant de 2018, les recherches concernant la conformité des processus métiers au RGPD n'en sont qu'à leurs débuts.

Par conséquent, l'objectif d'un grand nombre de chercheurs est de mettre en œuvre ces solutions afin d'analyser les résultats obtenus et d'effectuer une validation de la solution. Une fois la solution validée, il s'agira d'établir une approche pour sa mise en œuvre dans les entreprises. De plus, un deuxième domaine peu évoqué mais pouvant être intéressant dans les travaux futurs concerne le transfert des données à des tiers. Le RGPD a des règles précises concernant les acteurs qui peuvent transférer des données à d'autres parties, quand ces transferts peuvent avoir lieu et dans quelles circonstances les autres parties peuvent ou doivent supprimer, produire ou stocker des données. Ainsi, il serait intéressant de proposer des solutions pour les entreprises sur cet aspect du RGPD qui est peu évoqué actuellement.

Le travail présenté ici est une étape préliminaire pour recenser les solutions visant la conformité des processus métiers au RGPD. Afin de poursuivre ce travail, il serait pertinent de s'intéresser également (a) au RGPD en amont des processus en se focalisant sur l'impact du règlement sur l'ingénierie des exigences et (b) à l'aspect infrastructure impactée par le RGPD, ainsi qu'aux problématiques de circulation et de stockage des données concernées. Nous souhaitons également étudier la mise en œuvre des solutions proposées par la communauté scientifique sur des cas pratiques réels pour les entreprises.

## Bibliographie utilisée dans l'article

- [KIC 07] KITCHENHAM B.A., CHARTERS S. « Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering », 2007
- [AHA 11] ZHANG H. ALI BABAR M. TELL P. « Identifying relevant studies in software engineering ». *Information & Software Technology*. vol.53, pp. 625-637, 2011
- [BRE 07] BRERETON, P., KITCHENHAM, B. A., BUDGEN, D., TURNER, M., & KHALIL, M. « Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain ». *Journal of systems and software*, 80(4), 571-583, 2007
- [LEV 06] LEVY, Y., ELLIS, T. J. . « A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research », 2006
- [WES 10] WESKE M. « Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures » (1st. ed.). *Springer Publishing Company, Incorporated*, 2010
- [EU 16] Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (General Data Protection Regulation) <http://data.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj>, 2016
- [THO 11] THOMSON, S. B. "Qualitative Research: Validity". *JOAAG*, Vol. 6. No 1, 2011
- [WOH 03] WOHLIN, C., HOST, M., HENNINGSSON, K. "Empirical research methods in software engineering". Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 2765, 7–23. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-45143-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-540-45143-3_2), 2003



- [AGA 17] AGARWAL S., KIRrane S., SCHARF J. « Modelling the general data protection regulation », *Conference: Internationales Rechtsinformatik Symposium (IRIS)*, 2017
- [AGA 18] AGARWAL S., STEYSKAL S., ANTUNOVIC F., KIRrane S. “Legislative compliance assessment: Framework, model and GDPR instantiation.” *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11079 LNCS, 131–149. 2018.
- [AGO 19] AGOSTINELLI S., MAGGI F. M., MARRELLA A., SAPIO F. “Achieving GDPR compliance of BPMN process models.” *Lecture Notes in Business Information Processing*, 350, 10–22. 2019.
- [AHM 18] AHMADIAN A. S., STRÜBER D., RIEDIGER V., JÜRJENS J. “Supporting privacy impact assessment by model-based privacy analysis.” *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing*, 1467–1474. 2018.
- [AHM 14] AHMED N., MATULEVIČIUS R. “Securing business processes using security risk-oriented patterns.” *Computer Standards and Interfaces*, 36(4), 723–733. 2014.
- [ALT 15] ALTUHHOV O., MATULEVIČIUS R., AHMED N. “An extension of business process model and notation for security risk management.” *Standards and Standardization: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*, 897–919. 2015.
- [AMA 21] AMANTEA I. A., ROBALDO L., SULIS E., BOELLA G., GOVERNATORI G. “Semi-automated checking for regulatory compliance in e-Health.” *Proceedings - IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Workshop, EDOCW*, 318–325. 2021.
- [ANT 16] ANTIGNAC T., SCANDARIATO R., SCHNEIDER G. “A privacy-aware conceptual model for handling personal data.” *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9952 LNCS, 942–957. 2016.
- [ARB 19] ARBA R., ARBA A. V. “Business Process Modeling of a GDPR Compliant System for Research Project Management.” *Journal of Applied Computer Science & Mathematics*, 13(2), 14–18. 2019.
- [ARF 19] ARFELT E., BASIN D., DEBOIS S. “Monitoring the GDPR.” *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11735 LNCS, 681–699. 2019.
- [BAR 21] BARATI M., RANA O. “Design and Verification of Privacy Patterns for Business Process Models.” *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 219, 125–139. 2021.
- [BAR 20a] BARATI M., RANA O. “Enhancing User Privacy in IoT: Integration of GDPR and Blockchain.” *Communications in Computer and Information Science*, 1156 CCIS, 322–335. 2020.
- [BAR 20b] BARATI M., RANA O., PETRI I., THEODORAKOPOULOS G. “GDPR Compliance Verification in Internet of Things.” *IEEE Access*, 8, 119697–119709. 2020.
- [BAR 20c] BARATI M., THEODORAKOPOULOS G., RANA O. “Automating GDPR compliance verification for cloud-hosted services.” *2020 International Symposium on Networks, Computers and Communications, ISNCC 2020*. 2020.
- [BAR 19a] BARTOLINI C., CALABRÓ A., MARCHETTI E. “GDPR and business processes: An effective solution.” *ACM International Conference Proceeding Series*. 2019.
- [BAR 19b] BARTOLINI C., CALABRÓ A., MARCHETTI E. “Enhancing business process modelling with data protection compliance: An ontology-based proposal.” *ICISSP 2019 - Proceedings of the 5th International Conference on Information Systems Security and Privacy*, 421–428. 2019.
- [BAR 17] BARTOLINI C., MUTHURI R., SANTOS C. “Using ontologies to model data protection requirements in workflows.” *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10091 LNCS, 233–248. 2017.
- [BAS 18] BASIN D., DEBOIS S., HILDEBRANDT T. “On Purpose and by Necessity: Compliance Under the GDPR.” *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10957 LNCS, 20–37. 2018.
- [BEN 18] BENFENATKI H., BIENNIER F. “Business process-based legitimacy of data access framework for enterprise information systems protection.” *Lecture Notes in Business Information Processing*, 327, 146–160. 2018.
- [BES 20a] BESIK S. I., FREYTAG J. C. “A formal approach to build privacy-awareness into clinical workflows.” *Software-Intensive Cyber-Physical Systems*, 35(1–2), 141–152. 2020.
- [BES 19] BESIK S. I., FREYTAG J. C. “Ontology-based privacy compliance checking for clinical workflows.” *CEUR Workshop Proceedings*, 2454(September). 2019.



- [BES 20b] BESIK S. I., & FREYTAG J. C. "Managing consent in workflows under GDPR." *CEUR Workshop Proceedings*, 2575(June), 18–25. 2020.
- [BON 20] BONATTI P. A., KIRrane S., PETROVA I. M., SAURO L. "Machine Understandable Policies and GDPR Compliance Checking." *KI - Kunstliche Intelligenz*, 34(3), 303–315. 2020.
- [BUC 17] BUCHMANN E., ANKE J. "Privacy patterns in business processes." *Lecture Notes in Informatics (LNI), Proceedings - Series of the Gesellschaft Fur Informatik (GI)*, 275, 793–798. 2017.
- [CAL 19] CALABRÓ A., DAOUDAGH S., MARCHETTI E. "Integrating access control and business process for GDPR compliance: A preliminary study." *CEUR Workshop Proceedings*, 2315(April 2016). 2019.
- [CAP 19] CAPODIECI A., MAINETTI L. "Business process awareness to support GDPR compliance." *ACM International Conference Proceeding Series*. 2019.
- [CAP 20] CAPODIECI A., MAINETTI L. "A structured approach to GDPR compliance." *Springer Proceedings in Complexity*, 233–243. 2020.
- [COR 21] CORTINA S., PICARD M., RENAULT S., VALOGGIA P. "Towards a Process-Based Approach to Compliance with GDPR." *Communications in Computer and Information Science*, 1442, 107–121. 2021.
- [COR 19] CORTINA S., VALOGGIA P., BARAFORT B., RENAULT A. "Designing a Data Protection Process Assessment Model Based on the GDPR." *Communications in Computer and Information Science*, 1060, 136–148. 2019.
- [DEC 20] DE CARVALHO R. M., DEL PRETE C., MARTIN Y. S., ARAUJO RIVERO R. M., ÖNEN M., SCHIAVO F. P., RUMÍN Á. C., MOURATIDIS H., YELMO J. C., KOUKOVINI M. N. "Protecting Citizens' Personal Data and Privacy: Joint Effort from GDPR EU Cluster Research Projects." *SN Computer Science*, 1(4). 2020.
- [DEV 19] DE VOS M., KIRrane S., PADGET J., SATOH K. "ODRL policy modelling and compliance checking." *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11784 LNCS, 36–51. 2019.
- [DIM 20] DI MARTINO B., MASTROIANNI M., CAMPAIOLA M., MORELLI G., SPARACO E. "Semantic Techniques for Validation of GDPR Compliance of Business Processes." *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 993, 847–855. 2020.
- [DIA 20] DIAMANTOPOULOU V., TSOHOU A., KARYDA M. "From ISO/IEC 27002:2013 information security controls to personal data protection controls: Guidelines for GDPR compliance." *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11980 LNCS, 238–257. 2020.
- [DUM 21] DUMAS M., GARCÍA-BAÑUELOS L., JÄÄGER J., LAUD P., MATULEVIČIUS R., PANKOVA A., PETTAI M., PULLONEN-RAUDVERE P., TOOTS A., TUULING R., YEROKHIN M. "Multi-level privacy analysis of business processes: the Pleak toolset." *International Journal on Software Tools for Technology Transfer*. 2021.
- [FAH 19] FAHRENKROG-PETERSEN S. A. "Providing privacy guarantees in process mining." *CEUR Workshop Proceedings*, 2370, 23–30. 2019.
- [FRE 21] FREUND G. P., FAGUNDES P. B., DE MACEDO D. D. J. "An Analysis of Blockchain and GDPR under the Data Lifecycle Perspective." *Mobile Networks and Applications*, 26(1), 266–276. 2021.
- [GER 19] GERL A., MEIER B. "The Layered Privacy Language Art. 12 – 14 GDPR Extension – Privacy Enhancing User Interfaces." *Datenschutz Und Datensicherheit - DuD*, 43(12), 747–752. 2019.
- [GON 17] GONÇALVES A., CORREIA A., CAVIQUE L. "Data protection risk modeling into business process analysis." *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10404, 667–676. 2017.
- [HEU 17] HEUCK, E., HILDEBRANDT, T., KIÆRULFF LERCHE, R., MARQUARD, M., NORMANN, H., IVEN STRØMSTED, R., WEBER, B. « Digitalising the General Data Protection Regulation with Dynamic Condition Response Graphs ». In *Proceedings of the BPM 2017 Industry Track*, pp. 124-134, 2017
- [KAS 20] KASSE J. P., XU L., DEVRIEZE P., BAI Y. "Process driven access control and authorization approach." *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1041, 313–322. 2020.
- [KAS 18] KASSE J. P., XU L., DEVRIEZE P., BAI Y. "The Need for Compliance Verification in Collaborative Business Processes." *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 534, 217–229. 2018.
- [HUE 18] KUEHNEL S., ZASADA A. "An Approach Toward the Economic Assessment of Business Process Compliance." *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11158 LNCS, 228–238. 2018.

- [LIO 20] LIODAKIS G. V., KOUKOVINI M. N., PAPAGIANNAKOPOULOU E. I., DELLAS N., KALABOUKAS K., DE CARVALHO R. M., HASSANI M., BRACCIALE L., BIANCHI G., JUAN-VERDEJO A., ALEXAKIS S., GAUDINO F., CASCONI D., BARRACANO P. "Facilitating GDPR Compliance: The H2020 BPR4GDPR Approach." *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 573 AICT, 72–78. 2020.
- [MAT 13] MATULEVIČIUS R., AHMED N. "Eliciting Security Requirements from the Business Processes Using Security Risk-Oriented Patterns." *IT - Information Technology*, 55(6), 225–230. 2013.
- [MAT 20] MATULEVIČIUS R., TOM J., KALA K., SING E. "A Method for Managing GDPR Compliance in Business Processes." *Lecture Notes in Business Information Processing*, 386 LNBIP, 100–112. 2020.
- [MEH 19] MEHR A. S. M. "Compliance to data protection and purpose control using process mining technique." *CEUR Workshop Proceedings*, 2420. 2019.
- [MEN 09] MENZEL M., THOMAS I., MEINEL C. "Security requirements specification in service-oriented business process management." *Proceedings - International Conference on Availability, Reliability and Security, ARES 2009*, 41–48. 2009.
- [NOT 17] NOTARIO N., REAL E. G., CICERI E., CATALLO I., CRESPO A., & VICINI S. "Orchestrating privacy enhancing technologies and services with BPM tools: The WITDOM data protection orchestrator." *ACM International Conference Proceeding Series, Part F130521*. 2017.
- [PAL 18a] PALMIRANI M., GOVERNATORI G. "Modelling legal knowledge for GDPR compliance checking." *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, 313, 101–110. 2018.
- [PAL 18b] PALMIRANI M., MARTONI M., ROSSI A., BARTOLINI C., ROBALDO L. "Legal ontology for modelling GDPR concepts and norms." *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, 313, 91–100. 2018.
- [PAN 18] PANKOWSKA M. "Research worker tasks modeling for hospital processes' accreditation." *CEUR Workshop Proceedings*, 2218, 13–24. 2018.
- [PIL 18] PILIPCHUK R., SEIFERMANN S., HEINRICH R. "Aligning business process access control policies with enterprise architecture." *ACM International Conference Proceeding Series*. 2018.
- [POL 22] POLITOU E., ALEPIS E., VIRVOU M., PATSAKIS C. *The "Right to Be Forgotten" in the GDPR: Implementation Challenges and Potential Solutions*. 41–68. 2022.
- [POS 21] POSDORFER W., KALINOWSKI J., BORNHOLDT H. "Toward EU-GDPR Compliant Blockchains with Intentional Forking." *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1158, 649–658. 2021.
- [PRI 19] PRIYADHARSHINI G., SHYAMALA K. "Strategy and solution to comply with GDPR : Guideline to comply major articles and save penalty from non-compliance." *Proceedings of the International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud), I-SMAC 2018*, 190–195. 2019.
- [PUL 17] PULLONEN P., MATULEVIČIUS R., BOGDANOV D. "PE-BPMN: Privacy-enhanced business process model and notation." *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10445 LNCS, 40–56. 2017.
- [PUL 19] PULLONEN P., TOM J., MATULEVIČIUS R., TOOTS A. "Privacy-enhanced BPMN: enabling data privacy analysis in business processes models." *Software and Systems Modeling*, 18(6), 3235–3264. 2019.
- [RAM 20] RAMADAN Q., STRÜBER D., SALNITRI M., JÜRJENS J., RIEDIGER V., & STAAB S. "A semi-automated BPMN-based framework for detecting conflicts between security, data-minimization, and fairness requirements." *Software and Systems Modeling*, 19(5), 1191–1227. 2020.
- [ROB 20] ROBALDO L., BARTOLINI C., PALMIRANI M., ROSSI A., MARTONI M., LENZINI G. "Formalizing GDPR Provisions in Reified I/O Logic: The DAPRECO Knowledge Base." *Journal of Logic, Language and Information*, 29(4), 401–449. 2020.
- [ROB 17] ROBOL M., SALNITRI M., GIORGINI P. "Toward GDPR-compliant socio-technical systems: Modeling language and reasoning framework." *Lecture Notes in Business Information Processing*, 305, 236–250. 2017.
- [ROD 07] RODRÍGUEZ A., FERNÁNDEZ-MEDINA E., PIATTINI M. "A BPMN extension for the modeling of security requirements in business processes." *IEICE Transactions on Information and Systems*, E90-D(4), 745–752. 2007.
- [ROO 20] ROOSENDAAL A. "DPIAs in practice – a strategic instrument for compliance." *Datenschutz Und Datensicherheit - DuD*, 44(3), 166–168. 2020.
- [ROU 21] ROUBTSOVA E., BOSUA R. "Privacy as a Service (PraaS): A Conceptual Model of GDPR to Construct Privacy Services." *Lecture Notes in Business Information Processing*, 422 LNBIP, 170–189. 2021.

- [SAL 17] SALNITRI M.,DALPIAZ F., GIORGINI P. “Designing secure business processes with SecBPMN.” *Software and Systems Modeling*, 16(3), 737–757. 2017.
- [SAN 15] SANG K. S., ZHOU B. “BPMN security extensions for healthcare process.” *Proceedings - IEEE International Conference on Computer and Information Technology, Ubiquitous Computing and Communications, Dependable, Autonomic and Secure Computing, Pervasive Intelligence and Computing*, 2340–2345. 2015.
- [TAC 20] TACHEPUN C., THAMMABOOSADEE S. “A Data Masking Guideline for Optimizing Insights and Privacy under GDPR Compliance.” *ACM International Conference Proceeding Series*. 2020.
- [TOM 18] TOM J.,SING E., MATULEVIČIUS R. “Conceptual representation of the GDPR: Model and application directions.” *Lecture Notes in Business Information Processing*, 330, 18–28. 2018.
- [TOO 19] TOOTS A.,TUULING R.,YEROKHIN M.,DUMAS M.,GARCÍA-BAÑUELOS L.,LAUD P.,MATULEVIČIUS R.,PANKOVA A.,PETTAI M.,PULLONEN P., TOM J. “Business Process Privacy Analysis in Pleak: (Extended Abstract).” *Informatik-Spektrum*, 42(5), 354–355. 2019.
- [VAN 20] VANEZI E.,KOUZAPAS D.,KAPITSAKI G. M., PHILIPPOU A. “Towards GDPR Compliant Software Design: A Formal Framework for Analyzing System Models.” *Communications in Computer and Information Science*, 1172 CCIS, 135–162. 2020.
- [VOG 20] VOGLHOFFER T., RINDERLE-MA S. “Collection and Elicitation of Business Process Compliance Patterns with Focus on Data Aspects.” *Business and Information Systems Engineering*, 62(4), 361–377. 2020.
- [WIN 21] WINDRICH M.,SPECK A., GRUSCHKA N. “Representing Data Protection Aspects in Process Models by Coloring.” *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 12703 LNCS, 143–155. 2021.
- [WIN 20] WINTER K.,VAN DER AA H.,RINDERLE-MA S., WEIDLICH M. “Assessing the Compliance of Business Process Models with Regulatory Documents.” *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 12400 LNCS, 189–203. 2020.
- [WOL 08] Wolter, C., Menzel, M., Meinel, C. « Modelling Security Goals in Business Processes ». In: Kühne, T., Reisig, W. & Steimann, F. (Hrsg.), Modellierung 2008. Bonn: Gesellschaft für Informatik e. pp 197-212, 2008
- [ZAM 19a] ZAMAN R.,CUZZOCREA A., HASSANI M. “An Innovative Online Process Mining Framework for Supporting Incremental GDPR Compliance of Business Processes.” *Proceedings - 2019 IEEE International Conference on Big Data, Big Data 2019*, 2982–2991. 2019.
- [ZAM 20a] ZAMAN R., HASSANI M. “On Enabling GDPR Compliance in Business Processes Through Data-Driven Solutions.” *SN Computer Science*, 1(4). 2020.
- [ZAM 20b] ZAMAN R.,HASSANI M., VAN DONGEN B. F. “Data Minimisation as Privacy and Trust Instrument in Business Processes.” *Lecture Notes in Business Information Processing*, 397, 17–29. 2020.
- [ZAM 19b] ZAMAN R., HASSANI M. “Process mining meets GDPR compliance: The right to be forgotten as a use case.” *CEUR Workshop Proceedings*, 2432(2019). 2019.
- [ZEM 19c] ZEMLER F., WESTNER M. “Blockchain and GDPR: Application scenarios and compliance requirements.” *PICMET 2019 - Portland International Conference on Management of Engineering and Technology: Technology Management in the World of Intelligent Systems, Proceedings*. 2019.