

Le problème de découpe avec chutes réutilisables : un état de l'art

Victor Senergues^{1,2,4}, Nadjib Brahimi^{2,3}, François Klein⁴, Olivier Péton^{1,2}

¹ IMT Atlantique, Nantes, France

{victor.senergues, olivier.peton}@imt-atlantique.fr

² Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes (LS2N, UMR CNRS 6004), Nantes, France

³ Rennes School of Business, Rennes, France

nadjib.brahimi@rennes-sb.com

⁴ Reverse Systems, Nantes, France

françois.klein@reverse-systems.com

Mots-clés : *problème de découpe, chutes réutilisables, état de l'art*

1 Introduction

La recherche autour des problèmes de découpe et de packing, comme le Cutting Stock Problem (CSP), est active depuis plus de 50 ans. De nouvelles variantes continuent pourtant à émerger. C'est le cas du problème de découpe avec chutes réemployable (Cutting Stock Problem with Usable Leftovers, CSPUL), qui étend le CSP en tenant compte du réemploi possible des chutes de production. Cette variante permet ainsi d'apporter une réponse aux préoccupations environnementales, aux tensions sur la chaîne d'approvisionnement et à l'augmentation du coût des matières premières. Nous présentons un état de l'art sur les différents modèles de CSPUL, les méthodes de résolution et leurs applications industrielles.

2 Description du CSPUL

Dans le problème classique de CSP, tout ce qui reste après la découpe (c'est-à-dire tout ce qui n'est pas une pièce) est considéré comme un déchet. Ces déchets ne peuvent pas être réutilisés et sont généralement recyclés. Le CSPUL considère comme matières premières non seulement les objets standards achetés chez un fournisseur, mais aussi les chutes des coupes précédentes, pour peu qu'elles soient réemployables.

Dans un contexte dynamique ou multi-périodique, les chutes considérées comme suffisamment grandes et régulières peuvent être réinjectées dans le processus de fabrication en tant que matière première. Les futurs articles pourront être découpés dans ces chutes. Dans le cas unidimensionnel, les chutes peuvent être des tronçons de tuyaux, de tubes ou rails métalliques, câbles, etc. Dans le cas bi-dimensionnel, il peut s'agir de tôles ou de plaques de différents matériaux. Toutes les variantes du CSP peuvent donc potentiellement avoir une extension de type CSPUL.

Par rapport au CSP classique, le CSPUL présente deux avantages principaux : i) le fait de disposer d'objets de tailles multiples permet de concevoir des patterns de découpe adaptés à chaque demande et ii) le réemploi des chutes a un impact économique et environnemental évident. En contrepartie, l'augmentation du nombre de formats d'objets, la manutention supplémentaire, la nécessité de les stocker, et les changements de statut des matériaux (produits finis, chutes réutilisables, déchets,...) implique une plus grande complexité industrielle, comme le montre la Figure 1. Le processus de découpe multi-période incluant le réemploi des chutes (CSPUL) sera décrit plus en profondeur lors de la présentation.

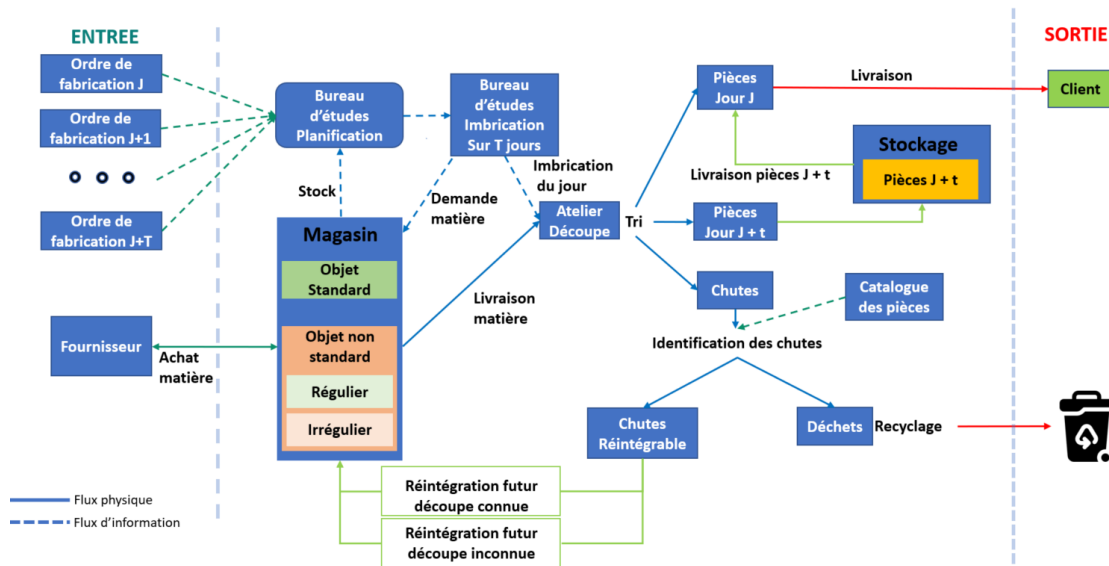


FIG. 1 – Processus découpe industriel avec chutes réutilisables

3 Etat de l'art

Bien que les premières mentions de la possibilité de réemployer les chutes dans le CSP remontent aux années 1980, le CSPUL n'a été formalisé qu'en 2009 [1]. En 2014, Cherri et al. [2] ont publié une première revue de la littérature sur les premiers modèles de CSPUL à une dimension. Depuis lors, le CSPUL a suscité un intérêt croissant de la part des universitaires et des praticiens (voir Figure 2). Nous avons relevé un corpus de 42 articles de recherche, publiés entre 1991 et 2022, et présentons une synthèse de ces articles.

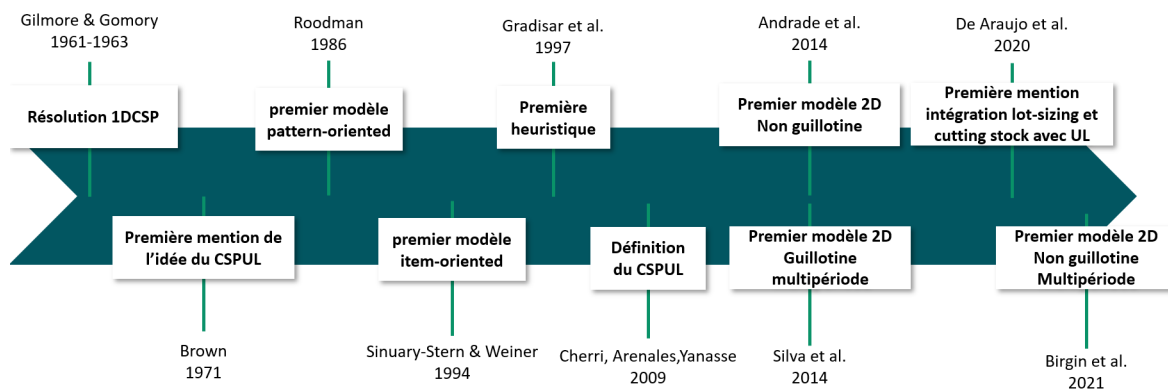


FIG. 2 – Frise historique CSPUL

Références

- [1] A. C. Cherri, M. N. Arenales, H. H. Yanasse. The one-dimensional cutting stock problem with usable leftover–A heuristic approach European Journal of Operational Research, 2009, vol. 196, no 3, p. 897-908.
- [2] A. C. Cherri, M. N. Arenales, H. H. Yanasse, K. C. Poldi, and A. C. G. Vianna. The one-dimensional cutting stock problem with usable leftovers–A survey. European Journal of Operational Research, 236 (2) :395–402, 2014..