

CIGI QUALITA MOSIM 2023

Développement durable en logistique urbaine : État de l'art sur le modèle des entrepôts urbains

AURELIE EDOUARD^{1,4}, VIRGINIE FORTINEAU², YVES SALLEZ³, SAMIR LAMOURI¹, ALEXANDRE BERGER⁴

¹ LAMIH UMR CNRS 8201, Arts et Métiers Sciences et Technologies
151 Boulevard de l'Hôpital 75013 Paris, France
{aurelie.edouard,samir.lamouri}@ensam.eu

² VIVALTO SANTÉ
9 Boulevard de la Boutière 35760 Saint-Grégoire, France
vfortineau@vivalto-sante.com

³ UNIV. POLYTECHNIQUE HAUTS-DE-FRANCE, LAMIH, CNRS, UMR 8201
Campus Mont Houy 59313 Valenciennes cedex 9, France
yves.sallez@uphf.fr

⁴ LE GROUPE LA POSTE
9 Rue du Colonel Pierre Avia 75015 Paris, France
{alexandre.berger,aurelie.edouard}@laposte.fr

Résumé – Les questions de développement durable font l'objet d'une prise de conscience croissante. Les acteurs de la chaîne logistique sont de plus en plus conscients de cette situation, d'autant plus que les pressions réglementaires, sociales et sociétales dans ce domaine sont nombreuses. Cette situation n'est pas sans conséquence sur les pratiques des entreprises. Ainsi, le modèle d'entrepôt urbain s'impose comme l'une des solutions étudiées dans le contexte de la logistique urbaine, domaine de recherche émergent, qui aborde le développement durable des pratiques de gestion des flux de marchandises dans les centres-villes. Cet article présente un état de l'art qui explore la littérature scientifique du domaine de recherche étudié. Ce travail a permis de constater le manque d'un modèle générique des entrepôts urbains, explicitant ses caractéristiques et pouvant servir à mener des études approfondies sur ces nouvelles solutions d'entreposage.

Abstract – There is a growing awareness of sustainable development issues. Supply chain actors are more and more aware of this situation, even more so as regulatory, social and societal pressures in this field are numerous. This situation is not without consequences for company practices. Thus, the urban warehouse model is emerging as one of the solutions studied in the context of urban logistics, an emerging field of research that addresses the sustainable development of goods flow management practices in city centers. This article presents a state of the art that explores the scientific literature of the studied research field. This work has identified the lack of a generic model of urban warehouses, explaining its characteristics and being able to be used to conduct in-depth studies on these new warehousing solutions.

Mots clés – Logistique urbaine – Entrepôts urbains – Chaîne d'approvisionnement – Développement durable.

Keywords – Urban logistics - Urban warehouses - Supply chain - Sustainability.

1 INTRODUCTION

Face aux pressions environnementales et économiques de notre société, il n'est plus possible pour les villes d'absorber les flux croissants liés au transport de marchandises. Avec ce phénomène, la fonction logistique est devenue une des clés fondamentales de la compétitivité des entreprises. Le domaine de recherche de la logistique urbaine encadre et étudie le développement des flux de marchandises en ville afin qu'il se fasse de façon durable. Le développement durable de cette activité vise à augmenter l'efficacité des flux de marchandises et améliorer la dynamique économique tout en supprimant les effets négatifs des nouvelles tendances de consommation (pollution, emplois précaires, bruit, insécurité, embouteillages,

pénuries de terrain) (Lagorio et al., 2016). Pour ce faire, divers projets d'innovation sont étudiés, dont la création d'infrastructures visant à faciliter la distribution urbaine. Parmi celles-ci, le modèle d'entrepôts urbains se développe. Ces infrastructures émergentes cherchent encore leur modèle durable d'existence, et un travail de recherche scientifique approfondi est nécessaire pour le construire.

Cet article présente un état de l'art ayant permis de faire un état de la connaissance scientifique sur ce sujet. Après avoir approfondi le contexte de ce travail, nous expliquons la méthodologie de revue de la littérature, exposons les résultats et détaillons les lacunes de recherche identifiées.

Dans la section 1, nous développerons le contexte de nos travaux, la section 2 aborde la méthodologie, la section 3 les résultats et enfin la section 4 conclut l'article.

2 CONTEXTE

La science a pour but d'apporter des solutions aux défis de la vie quotidienne. Les préoccupations majeures actuelles de la société sont le changement climatique, la perte de la biodiversité et la pollution, majoritairement causés par l'activité humaine. Face à ces enjeux, pour préserver notre planète et protéger nos générations futures, il paraît primordial que tout nouveau développement s'étudie et se fasse de façon à ce qu'il soit durable. Le développement durable est un mode d'organisation qui peut s'appliquer à un pays, une ville, une entreprise, ou pour un individu, dont l'objectif est de concilier les stratégies de développement suivantes : économique, pour obtenir une croissance de qualité ; environnementale, afin de protéger les ressources et être capable de répondre aux besoins actuels et futurs, et sociaux, pour garantir une équité entre les individus. Dans le rapport Brundtland (Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations unies, 1987), une publication, officiellement intitulée « Our Common Future », le développement durable est défini comme « *un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs* ». En se basant sur cette définition, les états membres des Nations unies se sont fixé comme ligne directrice de répondre aux objectifs généraux suivants : éradiquer la pauvreté sous toutes ses formes et dans tous les pays, protéger la planète et garantir la prospérité pour tous. À partir de ces trois piliers, ils ont établi dix-sept « objectifs de développement durable » (ODD). Bien qu'il ne s'agisse pas d'un objectif explicite, la logistique et plus précisément, la logistique urbaine est reconnue comme un domaine clé d'amélioration transversal et implicite dans plusieurs ODD. La mise en place de solutions de logistique urbaine durable contribue à la réalisation de plusieurs objectifs :

- ODD 9 - Bâtir une infrastructure résiliente, promouvoir une industrialisation durable qui profite à tous et encourager l'innovation.
- ODD 11 - Faire en sorte que les villes et les établissements humains soient ouverts à tous, sûrs, résilients et durables.
- ODD 12 - Établir des modes de consommation et de production durables.

La logistique est une discipline qui vise à « *planifier, exécuter et maîtriser les mouvements et les mises en place des personnes ou des biens, ainsi que les activités de soutien liées à ces mouvements et ces mises en place, au sein d'un système organisé pour atteindre des objectifs spécifiques* », selon la définition donnée par l'AFNOR (Pan, 2010).

Sur la base de la définition de la durabilité, nous pouvons considérer qu'un système logistique est durable s'il contribue à la croissance économique globale ainsi qu'à l'équité sociale, sans dégrader l'environnement naturel. Cependant, la croissance générale de l'économie actuelle et la forte progression du commerce électronique impliquent une augmentation des flux de marchandises. Les activités de fret urbain ont, dans de nombreux cas, des répercussions directes sur l'environnement, la société et l'économie. Certains impacts, tels que la pollution atmosphérique et sonore, les accidents de

la circulation, les encombrements et les émissions de gaz à effet de serre, conduisent à des résultats non durables, tels que le changement climatique, des résultats médiocres en matière de santé et de sécurité, des retards et, finalement, des villes invivables, dans lesquelles il est prévu que 66 % de la population mondiale soit regroupée en 2050 (ONU, 2019).

Le transport de fret en ville représentant une fonction essentielle à l'économie et à la vie des urbains, le domaine de recherche de la logistique urbaine a pour objectif d'étudier et développer des solutions visant à réduire les impacts négatifs du fret urbain tout en veillant à ne pas diminuer la qualité de service. Parmi les solutions récemment observées, les entrepôts urbains font partie de la nouvelle génération d'installations logistiques. La section suivante présente la méthodologie employée pour mener un état de l'art sur ce nouveau modèle.

3 METHODOLOGIE

L'état de l'art s'est appuyé sur les bases de données SCOPUS et Science Direct. Au cours de nos recherches bibliographiques, nous avons constaté que la terminologie relative aux entrepôts urbains n'est pas encore bien définie et ne fait pas l'objet d'un consensus. Nous avons par conséquent exploré diverses combinaisons et mots-clés.

Parmi les termes explorés, les combinaisons suivantes n'ont pas répondu à l'objectif : « mini warehouse », « city warehouse », « micro warehouse », « city hub », « mini hub » et « micro-hub ». En effet, nous avons observé que certains industriels utilisent à tort le terme « city hub » pour parler des entrepôts urbains. Pour clarifier la situation, (Onstein et al., 2021) ont dressé une typologie des centres de distribution de la taille XXS à la taille XXL. Les city hub sont définis comme des installations logistiques à partir desquelles les livraisons sont consolidées dans les zones urbaines, situées à proximité de leur zone de service de marché et principalement utilisées pour les livraisons rapides en ville. Aussi, les termes « mini hub » et « micro hub » sont utilisés pour évoquer des lieux de transbordement de marchandises tel qu'observé dans l'article de (Huang et al., 2020). Ces termes décrivent donc des centres de consolidation urbains dans lesquels sont réalisées des opérations de cross-docking.

La liste de mots-clés retenue est la suivante : « urban warehouse », « micro-warehouse », « micro-fulfillment centre », « city fulfillment center », « urban fulfillment center » et « proximity logistics space ». Aucune limite de temps n'a été fixée à la recherche, la dernière mise à jour de l'état de l'art ayant été faite en octobre 2022. Au regard de l'activité scientifique du domaine de la logistique urbaine, nous aurions pu appliquer une limite de temps de début à 2016, période à laquelle la publication d'articles sur le sujet a connu une croissance importante. Cependant, nous voulions observer si les termes employés l'avaient déjà été dans la littérature scientifique plusieurs années auparavant. Additionnellement, seules les communications étiquetées comme « Research Article » et « Review » dans Science Direct et « Review » et « Article » dans SCOPUS ont été incluses. En appliquant ces paramètres, synthétisés dans le Tableau 1, nous avons obtenu 55 papiers, parmi lesquels 11 ont finalement été sélectionnés, suite à une première analyse des titres et des résumés des articles. Une lecture intégrale des articles a permis une analyse en détail. Les résultats de cette analyse sont décrits dans la section suivante.

Tableau 1. Méthodologie de sélection des papiers

Critères de sélection	Description
Mots clefs	« urban warehouse », « micro warehouse », « urban fulfillment center » OR « city fulfillment center » OR « micro fulfillment center », « proximity logistics space »
Langue	Anglais
Types des documents	« Research article » et « Review »
Bases de données	SCOPUS et Science Direct
Intervalle de temps	Jusqu'à octobre 2022

4 RESULTATS

La majorité des articles évoquant les entrepôts urbains se rejoignent sur le fait que l'augmentation du commerce électronique, accentué par la crise Covid, a engendré le besoin de grands centres régionaux et de plus petits entrepôts proches des zones urbaines pour améliorer l'efficacité de l'espace logistique et faciliter le mouvement des marchandises vers les clients qui exigent des délais de livraison plus courts et un système de distribution mieux pensé. En effet (Jin et al., 2019) indiquent que la proximité avec les clients est la clé pour rendre la livraison ultrarapide viable pour les modèles de vente au détail, en particulier dans les villes très fréquentées.

Parmi les résultats obtenus pour donner suite à l'étude des articles sélectionnés, nous distinguons trois catégories : ceux apportant des connaissances sur les caractéristiques des entrepôts urbains, ceux qui décrivent les freins à leur développement et ceux qui explicitent les défis de ces espaces et la réponse des scientifiques.

4.1 Quelques caractéristiques des entrepôts urbains

Les auteurs (Arslan et al., 2021) traitent le problème de déploiement du réseau de distribution des produits du e-commerce (e-DND). Trois stratégies de déploiement sont étudiées, à savoir l'expédition à partir d'un entrepôt (SW : ship-from warehouse), l'expédition à partir de magasins (SS : ship-from stores) ou depuis des plateformes d'exécution urbaines (SF : ship-from urban fulfillment platforms). Les auteurs donnent une description de ces dernières installations : « *Les entrepôts urbains sont consacrés à la réception des stocks avancés provenant de l'entrepôt central sur de grands camions et à l'exécution quotidienne des commandes en ligne avec des véhicules plus petits et respectueux de l'environnement, adaptés à la distribution urbaine.* » Ils précisent qu'en s'appuyant sur les entrepôts urbains, les e-commerçants s'exposent à des coûts supplémentaires liés à l'exploitation de ces installations réalisée par des prestataires logistiques, ajoutés sous la forme d'un coût d'usage. Ces coûts d'utilisation sont sensibles à la localisation des plateformes (centre-ville versus périurbain), cependant les utilisateurs échappent aux coûts d'ouverture de ces installations. De plus, le recours à cette capacité d'exécution supplémentaire offre moins de contraintes de capacité que les magasins et des coûts unitaires de prélèvement et d'emballage plus faibles. Le schéma comprend des coûts de réapprovisionnement et de maintien par produit pour chaque commande expédiée, ainsi qu'un coût de prélèvement par article et un coût de transport. De ce fait, le modèle qui étudie les trois stratégies de distribution anticipe les revenus et les coûts du niveau opérationnel, qui comprend les décisions de réapprovisionnement, de maintien des stocks, de livraison et d'exécution des commandes. Les résultats de

l'étude montrent que le schéma s'appuyant sur les entrepôts urbains présente une meilleure rentabilité et des avantages opérationnels tels qu'une utilisation des stocks et des capacités de transport plus homogènes. La principale conclusion en matière de gestion est que cette stratégie semble être plus performante en cas de niveaux élevés de commandes en ligne et de saturation des capacités des magasins dans les grandes villes avec les coûts de structure considérés.

(Heitz, 2021) confirme qu'il existe un marché naissant de l'immobilier logistique urbain dans les zones densément peuplées, ayant pour but de couvrir un nombre limité de secteurs. (Lamb et al., 2022) utilisent le terme « micro-fulfillment centre » pour décrire les entrepôts urbains et indiquent qu'à chaque période, ces installations se réapprovisionnent auprès des entrepôts centraux (traditionnels). (Rai et al., 2022) signalent que ces installations logistiques sont généralement construites sur des espaces inutilisés ou sous-utilisés ou s'intègrent dans d'anciens bâtiments rénovés ou remis en état. (Meryem et al., 2019), qui utilisent le terme « proximity logistics spaces », précisent les caractéristiques suivantes : petites plateformes qui permettent un stockage temporaire de marchandises et disposent de véhicules propres assurant les derniers mètres.

4.2 Les freins

Les auteurs (Meryem et al., 2019) indiquent que le développement des entrepôts urbains est freiné par l'absence de modèle économique, le coût élevé du foncier et la nécessité d'une nouvelle organisation logistique entre les utilisateurs. Le processus d'ouverture d'entrepôts urbains dépend fortement du coût d'utilisation associé, de l'évolution des clients vers une livraison plus rapide, de la proximité entre l'entrepôt et la ville pour offrir une capacité de réponse rapide, et la disponibilité de la capacité de transport (Arslan et al., 2021).

Dablan et al. (Dablan et al., 2022), qui ont fait un point sur les adaptations apportées par les parties prenantes de la logistique urbaine pendant le Covid pour s'adapter aux changements des comportements de consommation, ont constaté que s'ajoute un autre frein à ce développement : l'écart entre le processus réglementaire actuel et les exigences du marché. Les auteurs donnent pour exemple la France, où il y a des règles spécifiques pour l'entreposage de marchandises, ce qui rend les installations telles que les entrepôts urbains compliqués à construire dans les zones denses.

4.3 Les défis

Lorsqu'il s'agit de décider de l'ouverture ou de la construction de nouveaux centres de distribution/expédition, il faut prendre en compte les décisions relatives à l'emplacement (Arslan et al., 2021). Les entreprises qui peuvent livrer plus rapidement sont généralement plus proches des clients et gagnent par conséquent de plus grandes parts de marché et de bénéfices (Millstein et al., 2022). En s'attaquant au problème de localisation des espaces logistiques et au routage des livraisons et des enlèvements réalisés à partir de ces équipements, l'objectif est de minimiser les coûts encourus en générant une stratégie d'itinéraires faisable et économique, et un ensemble d'emplacements de microcentres où les véhicules logistiques peuvent se réapprovisionner ou décharger des marchandises tels que celles en retours. Il est donc important pour les entreprises de planifier scientifiquement la stratégie d'itinéraire avec ramassage et livraison mixtes, d'optimiser la planification des réseaux de micro-hub et la logistique de distribution de petits colis dans les villes, et d'améliorer la stratégie de réapprovisionnement et de service d'inventaire des micro-hubs.

De nombreux auteurs, tel que (Nolz et al., 2020), (Cempírek et al., 2021), (Huang et al., 2020), se sont attaqués à ce sujet en logistique urbaine cependant les études se limitent aux centres de distribution urbains, s'attendant à des activités de crossdocking.

Ces études ne sont pas les seules nécessaires pour répondre aux exigences de la distribution. Une étude exploratoire récente, menée par (Hübner et al., 2016) auprès de 33 détaillants, a identifié les cinq domaines les plus importants pour y répondre : le développement et l'optimisation des modes de livraison, l'augmentation de la vitesse de livraison, la transparence des stocks, l'optimisation des processus, et l'intégration des stocks.

En raison de l'espace limité, les entrepôts urbains traitent moins de produits que les plateformes en ligne traditionnelles qui sont directement approvisionnées par les entrepôts traditionnels. Par conséquent, les détaillants sont souvent confrontés à la difficulté de sélectionner un bon sous-ensemble de produits différents à proposer sur les plateformes de livraison ultrarapide, à partir d'un océan de produits potentiels qui se trouvent dans les centres de distribution.

(Gao & Zhang, 2022) ont décidé de s'attaquer au traitement de la donnée dans le domaine de la supply chain et porté une attention particulière sur les données de choix des clients. En effet, ils font remarquer que le choix du client est une composante essentielle de la gestion d'un système d'inventaire multiproduit. Les décisions d'achat des clients peuvent être influencées par les disponibilités des stocks. Si deux produits sont des substituts, les clients qui connaissent une rupture de stock du produit A pourraient se tourner vers le produit B. Cependant, si les deux produits sont complémentaires, les clients qui souhaitent acheter les deux articles pourrait ne rien acheter si l'un des produits n'est pas disponible. Dans une stratégie de gestion d'un entrepôt, si cet aspect est ignoré, cela pourrait se ressentir sur les ventes. Les auteurs relèvent particulièrement l'importance du problème de l'assortiment de stocks multiproduits pour les entrepôts urbains. La croissance émergente et la concurrence forte des entreprises de commerce électronique ont accentué les problèmes d'inventaire. Par conséquent, l'article propose un cadre d'algorithmes d'apprentissage à utiliser pour régler le problème de l'assortiment des stocks en prenant en compte les choix des clients. En raison de la limite de capacité de l'entrepôt urbain, la proposition considère les contraintes d'espace et de catégorie des produits.

(Jin et al., 2019) quant à eux, examinent les problèmes de sélection des produits des entrepôts urbains. Cet article se concentre sur la sélection d'un ensemble optimal de produits parmi ceux à demande moyenne à faible pour les détaillants en ligne disposant d'entrepôts urbains, les produits leaders du marché étant systématiquement intégrés. La difficulté est de déterminer la popularité d'un grand nombre de produits à faible demande. Les algorithmes étudiés apprennent les niveaux de demande de tous les produits, et donnent aux détaillants la possibilité d'adapter leur gamme de produits à chaque ville, afin de mieux répondre aux préférences géodémographiques des clients.

Au travers de cette analyse, nous avons appris aussi que des scientifiques étudient un nouveau réseau de livraison par drones notamment pour améliorer économiquement et environnementalement les livraisons du dernier kilomètre (Qu et al., 2022), (Baldisseri et al., 2022), (Li et al., 2022), (Stolaroff et al., 2018). Celui-ci s'appuie sur des réseaux d'entrepôts urbains, cependant aucun autre détail n'est donné sur l'organisation de ces espaces.

5 DISCUSSION

À la vue des résultats obtenus pour donner suite à l'état de l'art sur les entrepôts urbains, nous constatons que très peu d'articles abordent ce sujet. La plupart évoquent les entrepôts urbains sommairement en donnant quelques caractéristiques de leur positionnement stratégique au sein des nouveaux parcours de distribution en réponse au boom du e-commerce et des enjeux environnementaux. Ce fait peut-être expliqué par le récent intérêt pour ces installations. En effet, la plupart des articles ont été publiés en 2022.

Parmi les quelques études approfondies, nous retenons que celle du positionnement stratégique de l'entrepôt urbain au sein des zones urbaines est essentielle pour réduire l'impact des commandes sur l'organisation. Ces études doivent considérer le type de produits traités par la structure, les attentes de leurs clients et des consommateurs finaux et l'impact des flux du point de vue des coûts et impacts environnementaux liés à leur choix de positionnement. Généralement, rapprocher les entrepôts des clients permet de réduire les temps de transport, mais fait augmenter les coûts de stockage. L'installation d'un entrepôt urbain doit faire l'objet d'une analyse de rentabilité rigoureuse et il doit être soigneusement configuré pour fournir les revenus nécessaires.

En outre, la gestion des stocks est un élément stratégique à ne pas négliger dans l'étude d'installations logistiques. L'objectif de la gestion des stocks est de disposer des bons produits au bon endroit et au bon moment. Généralement, un fabricant ou distributeur répartit ses stocks sur différents sites de la chaîne d'approvisionnement. Selon la catégorie de l'installation logistique, la stratégie de gestion des stocks varie suivant ses caractéristiques (configurations physiques, cibles, périmètre). Cette activité nécessite de savoir quand passer commande, de quelles quantités et de quels produits et où les stocker. Avoir une vue précise des stocks garantit la satisfaction des clients (exécution des commandes réussie, réduction des temps de traitement, minimisation des ruptures de stock). Au regard des résultats présentés, là aussi, quelques chercheurs, tels que (Gao & Zhang, 2022) et (Jin et al., 2019), se sont attelés au sujet. De premiers algorithmes d'apprentissage sont proposés pour sélectionner un bon sous-ensemble de produits. Ils prennent en compte les niveaux de demande de tous les produits, et donnent aux détaillants les informations nécessaires pour répondre aux préférences géodémographiques des clients.

Malgré la faible considération du modèle des entrepôts urbains par la communauté scientifique, il présente une plus forte activité du côté des industriels et de la presse spécialisée qui produit de la littérature grise traitant du besoin de ces nouvelles installations et exposant leurs principales caractéristiques.

Une étude récente du cabinet de conseil Deloitte a analysé la distribution urbaine des marchandises à New York et s'interroge sur l'intérêt de mettre en place un réseau d'entrepôts urbains (Deloitte Development LLC, 2019). L'étude qu'ils ont menée montre que bien que l'immobilier et la main-d'œuvre soient plus chers dans la ville, si l'on considère les coûts de livraison du dernier kilomètre, le coût total pour le service est inférieur à un traitement des commandes réalisé en zone extérieure à la ville. En effet, l'avantage concurrentiel des entrepôts urbains est considérable et, dans le cas de la ville de New York, qui présente des coûts d'entrée et de sortie de la ville élevés, l'implantation d'entrepôts dans les villes permet de réduire le coût de transport de chaque article.

La société américaine JLL (Jones Lang LaSalle), spécialisée dans le conseil en immobilier d'entreprise et dans la gestion d'investissements immobiliers, quant à elle, a réalisé une recherche industrielle sur l'«urban infill» (aménagement de parcelles vacantes dans les zones urbaines autrement bâties que pour des activités pour lesquelles on souhaite les utiliser) (JLL, 2020). En utilisant une analyse démographique pointue, la société est capable d'identifier les espaces qui serviront le mieux la demande e-commerce et lui permet de promouvoir des solutions innovantes de logistique, s'apparentant à des entrepôts urbains.

Additionnellement, le média français de la logistique et de la supply chain Voxlog a publié un article intitulé «Micro-fulfillment center : nouveau maillon stratégique pour la supply chain ?» (Voxlog, 2021), qui expose une description détaillée des caractéristiques des entrepôts urbains :

« Derrière ce terme se cachent des sites logistiques urbains ou périurbains de taille réduite, pouvant s'étendre de quelques centaines de mètres carrés jusqu'à des tailles de 2 500 m². »

« Leur situation peut être variable selon les cas de figure : certains seront accolés à des magasins et pourront communiquer directement avec eux. D'autres trouveront leur place dans des sites de type drives, ou parfois dans des bâtiments indépendants, espaces urbains plus ou moins dédiés à la logistique. »

« Ses objectifs peuvent être multiples : proposer du click-and-collect façon drive, être un point de départ pour la livraison à domicile et vers des points relais, ou éventuellement servir de stock central pour équilibrer les besoins des points de vente et gérer les retours. »

« Ces centres de distribution peuvent prendre des formats variés selon leur localisation, et les constructeurs œuvrent à adapter leurs solutions à des sites parfois bas de plafonds ou ayant des formes atypiques. »

« Il est crucial d'exploiter les surfaces existantes pour les transformer en zone de préparation de commandes, ce qui peut se faire dans des magasins, mais aussi des garages ou parkings. »

« Dans toutes ses déclinaisons, son but est le même : créer du stock et de la capacité de traitement des commandes (souvent e-commerce mais pas seulement) au plus près des consommateurs. »

« L'autre caractéristique de ces sites, c'est leur rayon d'action. Là où les grands entrepôts viennent alimenter des métropoles entières, les microfulfillment centers rayonnent eux sur une petite zone, pouvant s'étendre sur une trentaine de kilomètres au maximum, parfois moins en cœur de ville. »

« Le rapprochement désinstallations logistiques augmente les prix au mètre carré, de par la rareté des surfaces, tout en complexifiant les supply chains, car il faut alors piloter un grand entrepôt et son réseau de plusieurs petits sites, ce qui pose des questions de réapprovisionnement et de flux. Cependant, ces coûts peuvent être rattrapés par un transport moins coûteux et des leviers de croissance : une efficacité

opérationnelle plus importante et de nouveaux services. »

L'article expose aussi les barrières au développement des entrepôts urbains. En premier lieu, il alerte sur la nécessité d'un investissement important, qui peut impacter la viabilité économique du projet, car les entrepôts urbains peuvent présenter un chiffre d'affaires et des volumes moins élevés que des structures traditionnelles. On en revient finalement à la nécessité de réaliser une analyse de rentabilité rigoureuse avant tout déploiement de ces installations, évoquée avant. Secondement, inclure les entrepôts urbains dans sa stratégie de distribution oblige les distributeurs à la repenser entièrement. Cela implique de redéfinir le positionnement des structures logistiques sur lesquelles ils s'appuient, de les dimensionner et d'y adapter la gestion des stocks.

L'article se termine sur une réflexion portant sur la différence entre les sites logistiques traditionnels et les entrepôts urbains. Les premiers éléments de réponse exposés visent à dire qu'en termes techniques, il n'y aurait pas de différence ou du moins, que les entrepôts urbains seraient une évolution voire une réinvention du concept de l'entrepôt traditionnel.

De ce dernier constat et des éléments discutés ci-devant, nous avons tiré deux réflexions. Tout d'abord, **si les entrepôts urbains sont si proches au point de vue technique que les entrepôts traditionnels ont-ils les mêmes caractéristiques ? Sinon, quelles sont-elles ?** En effet, la littérature scientifique manque d'une description explicite d'un modèle d'entrepôt urbain (fonctionnalités, caractéristiques et processus). Secondement, à la vue du contexte dans lequel s'inscrit ce travail, **nous nous interrogeons sur la pertinence de dupliquer les pratiques d'entreposage 4.0, largement utilisé en entrepôts traditionnels, afin de répondre aux enjeux des entrepôts urbains.**

L'entreprise La Poste, qui cherche à développer un réseau national d'entrepôts urbains afin de proposer des prestations de services de logistique de proximité, travaille sur ces réflexions. Son objectif est d'identifier les bonnes transformations à apporter à ses systèmes existants et à faire les bonnes acquisitions afin de construire un modèle viable et durable. Pour cela, les équipes attelées à ce projet s'intéressent notamment aux technologies de l'Industrie 4.0. Les systèmes de stockage et de prélèvement automatisés sont particulièrement étudiés pour répondre aux enjeux d'optimisation des processus d'entreposage urbain (Edouard et al. 2022).

6 CONCLUSION

L'état de l'art présenté dans ce papier avait pour but d'explorer le domaine de recherche scientifique des entrepôts urbains. Cette étude nous a confirmé le manque d'un modèle générique avec une définition précise des caractéristiques des entrepôts urbains et justifie le besoin de définir le concept. Celui-ci est présenté comme prometteur pour répondre aux enjeux actuels de développement durable de l'activité de logistique urbaine dans la société actuelle. Deux perspectives nécessitent d'être approfondies. Premièrement, il semble nécessaire de définir le concept d'entrepôts urbains et définir les caractéristiques d'un modèle générique. Deuxièmement, il paraît intéressant d'explorer les groupes technologiques de l'Industrie 4.0, largement utilisés en gestion d'entrepôts traditionnels afin de vérifier si leur usage peut apporter des solutions aux contraintes qu'ils subissent du fait de l'environnement dans lequel ils sont implantés. Nous observons que des industriels tel que l'entreprise La Poste ont pris le sujet en mains et

croient à une réinvention de la logistique urbaine à travers l'étude et le déploiement des entrepôts urbains.

7 REFERENCES

- Arslan, A. N., Klibi, W., & Montreuil, B. (2021). Distribution network deployment for omnichannel retailing. *European Journal of Operational Research*, 294(3), 1042–1058. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.04.016>
- Baldisseri, A., Siragusa, C., Seghezzi, A., Mangiaracina, R., & Tumino, A. (2022). Truck-based drone delivery system: An economic and environmental assessment. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 107, 103296. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103296>
- Cempírek, V., Stopka, O., Meško, P., Dočkalíková, I., & Tvrdou, L. (2021). Design of distribution centre location for small e-shop consignments using the Clark-Wright method. *Transportation Research Procedia*, 53, 224–233. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.029>
- Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations unies. (1987). *Our common future—Rapport Brundtland*. World Commission on Environment and Development. <https://www.brundtland.co.za/2022/08/03/brundtland-report-1987-our-common-future/>
- Dablanc, L., Heitz, A., Buldeo Rai, H., & Diziain, D. (2022). Response to COVID-19 lockdowns from urban freight stakeholders: An analysis from three surveys in 2020 in France, and policy implications. *Transport Policy*, 122, 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2022.04.020>
- Deloitte Development LLC. (2019). *Urban fulfillment centers: Helping to deliver on the expectation of same-day delivery*. <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/consulting/articles/why-urban-fulfillment-centers-retail.html>
- Edouard, A., Sallez, Y., Fortineau, V., Lamouri, S., Berger, A. (2022). Automated storage and retrieval systems: An attractive solution for an urban warehouse's sustainable development. *Sustainability*, 14, 9518. <https://doi.org/10.3390/su14159518>
- Gao, X., & Zhang, H. (2022). An efficient learning framework for multiproduct inventory systems with customer choices. *Production and Operations Management*, 31(6), 2492–2516. <https://doi.org/10.1111/poms.13693>
- Heitz, A. (2021). The logistics dualization in question: Evidence from the Paris metropolitan area. *Cities*, 119, 103407. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103407>
- Huang, Z., Huang, W., & Guo, F. (2020). Integrated sustainable planning of micro-hub network with mixed routing strategy. *Computers & Industrial Engineering*, 149, 106872. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106872>
- Hübner, A., Holzzapfel, A., & Kuhn, H. (2016). Distribution systems in omni-channel retailing. *Business Research*, 9(2), 255–296. <https://doi.org/10.1007/s40685-016-0034-7>
- Jin, R., Simchi-Levi, D., Wang, L., Wang, X., & Yang, S. (2019). Shrinking the upper confidence bound: A dynamic product selection problem for urban warehouses. *ArXiv:1903.07844 [Cs, Math]*. <http://arxiv.org/abs/1903.07844>
- JLL. (2020). *Urban infill: The route to delivery solutions* [Industrial research]. <https://www.us.jll.com/en/trends-and-insights/research/urban-infill-the-route-to-delivery-solutions>
- Lagorio, A., Pinto, R., & Golini, R. (2016). Research in urban logistics: A systematic literature review. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 46(10), 908–931. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-01-2016-0008>
- Lamb, J. S., Wirasinghe, S. C., & Waters, N. M. (2022). Planning delivery-by-drone micro-fulfillment centres. *Transportmetrica A: Transport Science*, 1–32. <https://doi.org/10.1080/23249935.2022.2107729>
- Li, A., Hansen, M., & Zou, B. (2022). Traffic management and resource allocation for UAV-based parcel delivery in low-altitude urban space. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 143, 103808. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2022.103808>
- Meryem, O., Saad, L. E., Mohamed, K., & Fouad, J. (2019). Review of good practices in urban freight transportation and benchmarking city logistics schemes. *2019 International Colloquium on Logistics and Supply Chain Management (LOGISTIQUA)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/LOGISTIQUA.2019.8907328>
- Millstein, M. A., Bilir, C., & Campbell, J. F. (2022). The effect of optimizing warehouse locations on omnichannel designs. *European Journal of Operational Research*, 301(2), 576–590. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.10.061>
- Nolz, P. C., Absi, N., Cattaruzza, D., & Feillet, D. (2020). Two-echelon distribution with a single capacitated city hub. *EURO Journal on Transportation and Logistics*, 9(3), 100015. <https://doi.org/10.1016/j.ejtl.2020.100015>
- Onstein, A. T. C., Bharadwaj, I., Tavasszy, L. A., van Damme, D. A., & el Makhoulfi, A. (2021). From XXS to XXL: Towards a typology of distribution centre facilities. *Journal of Transport Geography*, 94, 103128. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103128>
- ONU. (2019, June 17). *9.7 billion on Earth by 2050, but growth rate slowing, says new UN population report*. <https://news.un.org>
- Pan, S. (2010). Contribution à la définition et à l'évaluation de la mutualisation de chaînes logistiques pour réduire les émissions de CO2 du transport : Application au cas de la grande distribution [Gestion et management]. École Nationale Supérieure des Mines de Paris.
- Qu, X., Zeng, Z., Wang, K., & Wang, S. (2022). Replacing urban trucks via ground-air cooperation. *Communications in Transportation Research*, 2, 100080. <https://doi.org/10.1016/j.commtr.2022.100080>
- Rai, H. B., Kang, S., Sakai, T., Tejada, C., Yuan, Q. (Jack), Conway, A., & Dablanc, L. (2022). 'Proximity logistics': Characterizing the development of logistics facilities in dense, mixed-use urban areas around the world. 21. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.10.007>
- Stolaroff, J. K., Samaras, C., O'Neill, E. R., Lubers, A., Mitchell, A. S., & Ceperley, D. (2018). Energy use and life cycle greenhouse gas emissions of drones for commercial package delivery. *Nature Communications*, 9(1), 409. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02411-5>
- Voxlog. (2021). *Micro-fulfillment center: Nouveau maillon stratégique pour la supply chain? [Média français de la logistique et de la supply chain]*. Voxlog. https://www.voxlog.fr/dossier/203_1/micro-fulfillment-center-nouveau-maillon-strategique-pour-la-supply-chain