



Wonderdrone

En quelques années, les drones sont passés du statut de curiosité technologique à celui de solution testée grandeur nature par les géants du e-commerce, de la santé et de la logistique. L'imaginaire collectif reste encore marqué par des images d'essaims de quadricoptères au-dessus des toits, mais la réalité opérationnelle se construit plus discrètement, au fil d'expérimentations ciblées et très encadrées. Amazon a ouvert ses premiers corridors de livraison aux États-Unis et au Royaume-Uni, UPS a déployé des services de transport de prélèvements médicaux en Caroline du Nord et DHL a testé des lignes régulières en Allemagne pour relier des villages isolés. Dans toutes ces expériences, la promesse est la même : contourner les congestions routières et livrer en quelques dizaines de minutes, plutôt qu'en heures.

Les études récentes montrent l'ampleur du défi et les conditions de réussite. Le dernier kilomètre, ce segment où se concentrent coûts et nuisances, représente « **jusqu'à 53 % du coût total d'expédition** » (ref. 1). C'est là que le drone prétend faire la différence, mais pas de manière uniforme. Dans les zones urbaines denses, le bénéfice environnemental est loin d'être automatique. Comme le soulignent les chercheurs de l'université du Michigan, « **les drones peuvent réduire les émissions de gaz à effet de serre, mais l'ampleur de ces bénéfices dépend fortement du contexte, influencée par la distance, le poids transporté et la source d'énergie utilisée** » (ref. 2). Autrement dit, un drone électrique évite aisément le moteur diesel lorsqu'il remplace un trajet isolé en voiture ou en deux-roues motorisé, mais il se compare moins bien à une tournée mutualisée de camionnettes électriques ou de vélos cargos livrant plusieurs dizaines de colis en un seul circuit.

En ville, l'avantage immédiat du drone est la vitesse : les vols directs de quelques kilomètres permettent d'éviter des temps de trajet de 15 à 20 minutes aux heures de pointe. Un chercheur chinois résume l'enjeu : « **Les drones peuvent contourner la congestion et offrir des livraisons rapides et directes** » (ref. 5). Mais ce gain de temps se paie

par des contraintes techniques et sociales. Le bruit reste un frein majeur : même si les nouveaux rotors réduisent le niveau sonore moyen de « **15,3 décibels, avec des baisses de pointe de 22,7 décibels** » (ref. 2), la perception demeure négative, qualifiée de « bourdonnement d'insecte » par les riverains. Les vols répétés au-dessus des quartiers densément peuplés soulèvent aussi des inquiétudes sur la vie privée et la sécurité aérienne.

À l'opposé, les campagnes apparaissent comme le terrain naturel des drones. Là où un livreur doit parcourir vingt kilomètres pour remettre un colis, l'avantage du vol direct est décisif. Des chercheurs calculent que « **le potentiel de réchauffement climatique par kilomètre d'une livraison par drone est six fois inférieur à celui d'une livraison en moto** » (ref. 5). De plus, les campagnes offrent un espace aérien moins encombré et des marges de manœuvre plus larges pour implanter des zones de décollage ou d'atterrissage. C'est pourquoi les premières intégrations durables s'observent dans les milieux isolés : transport d'échantillons médicaux, acheminement de médicaments, livraison de colis dans des zones peu denses, où les modèles économiques des fourgonnettes classiques sont fragiles.

Enfin, c'est sur les habitudes de consommation que l'impact se lit déjà. **Recevoir un colis en « 30 à 60 minutes »** (ref. 6) change la temporalité de l'achat. L'acte d'achat glisse de la planification vers l'instantané. Une étude asiatique montre que l'introduction de la livraison par drone a provoqué une **augmentation de la demande de 12 à 20 %** sur certains produits légers et à rotation rapide. Cette accélération nourrit l'attrait des services premium, mais pose aussi la question de l'effet rebond : plus de vitesse peut signifier plus de flux, donc davantage d'émissions globales si l'offre n'est pas strictement encadrée.

Ainsi, à court terme, le paysage est contrasté : des bénéfices nets en zones rurales et pour des usages médicaux ou urgents, des gains de vitesse en ville, mais au prix de nuisances et de coûts élevés, une transformation des attentes des consommateurs qui passent du « demain » au « maintenant ». C'est dans cette tension que se dessine la projection à l'horizon 2040.



2040 : un ciel logistique partagé

Si l'on prolonge les tendances actuelles en tenant compte des progrès techniques et des régulations en gestation, le visage de la logistique à l'horizon 2040 sera transformé, sans pour autant ressembler aux visions de science-fiction d'un ciel saturé d'essaims de drones. Les estimations les plus sérieuses situent la « population effectivement couverte par un service de drones de livraison » **entre 7 % dans les scénarios prudents et 27 à 30 % dans les scénarios optimisés** (ref. 7). Cela signifie que, même en 2040, la majorité des colis ne sera pas livrée par voie aérienne, mais qu'une part significative de la population aura accès à ce service, en particulier dans les grandes métropoles et les territoires éloignés.

Le moteur principal de ce développement sera l'intégration dans des systèmes hybrides. Les études convergent pour montrer que « les architectures à deux échelons – camionnette vers hub, puis drone vers point final – permettent une **réduction d'énergie de 22,6 % et des économies de coûts de 12 à 32 %** » (ref. 5). Dans certains cas, l'association drones + consignes automatiques abaisse de 23 % les coûts opérationnels. En 2040, les métropoles disposeront probablement de réseaux combinés, où la camionnette électrique approvisionne un micro-hub, le vélo cargo dessert les rues voisines et le drone assure les franchissements rapides vers des zones spécifiques ou des casiers.

Cette hybridation s'accompagnera d'une transformation physique de la ville. Les « beehives », ces structures multi-niveaux permettant le décollage et l'atterrissage de centaines de drones, sont déjà brevetées et étudiées pour s'implanter sur les toits des parkings, des centres commerciaux ou des hôtels logistiques. Les toitures deviendront des actifs logistiques stratégiques, au même titre que les trottoirs

l'ont été pour les vélos en libre-service. Le ciel bas des villes sera structuré par des couloirs aériens, calés sur les grands axes et les voies d'eau, avec des zones d'exclusion autour des écoles, hôpitaux et parcs. Les habitants percevront des trajectoires prévisibles, comparables à celles des tramways lors de leur réintroduction en centre-ville.

En milieu rural, le saut sera encore plus visible. Les drones y deviendront le mode standard pour de nombreux services : livraisons de colis légers, médicaments, pièces de rechange, échantillons médicaux. Comme l'affirment des chercheurs britanniques, « **le véritable potentiel des drones se réalise dans les zones rurales, où les véhicules traditionnels sont inefficaces en raison des longues distances et des faibles densités de livraison** » (ref. 9). En 2040, il sera probablement banal de voir un drone descendre dans une cour de ferme ou sur le terrain d'une maison isolée, réduisant le besoin de déplacements automobiles individuels pour aller chercher des commandes.

Les effets sur la circulation routière seront tangibles. Dans les grandes agglomérations, **la substitution de 10 % des flux de colis par drone** pourrait réduire de plusieurs milliers le nombre de trajets de camionnettes chaque jour, soulageant les axes saturés aux heures de pointe. Les nuisances dues aux livraisons (arrêts intempestifs dans les couloirs de bus, stationnement en double file, etc.) pourraient fortement diminuer, amenant une fluidification de la circulation. Dans les campagnes, l'impact se mesurera en kilomètres évités et en émissions économisées, chaque vol direct remplaçant un aller-retour routier parfois de dizaines de kilomètres. Les chercheurs notent que « **le potentiel de réduction des émissions est robuste pour les flux courts si l'électricité est très décarbonée** » (ref. 7). À l'inverse, si l'électricité reste carbonée, les bénéfices seront annulés par la production et le recyclage des batteries, qui représentent déjà une part importante de l'empreinte carbone.

Pour les commerces de centre-ville, le risque d'une perte d'attractivité supplémentaire menace leur modèle économique. Par exemple, les boutiques de prêt-à-porter pourraient être sévèrement concurrencées par les drones s'il devient possible, en quelques dizaines de minutes, de recevoir des modèles que l'on souhaite essayer et de ne conserver que ceux qui conviennent à l'acheteur, les autres revenant avec le drone. La livraison à domicile de nourriture pourrait continuer de concurrencer des restaurants qui choisiraient des emplacements attractifs et donc plus chers dans les hypercentres où les drones pourraient être davantage régulés.

L'acceptabilité sociale sera déterminante. Le bruit restera un enjeu clé, même avec des progrès techniques. Comme le souligne une revue scientifique, « **la pollution sonore des drones, particulièrement en milieu urbain, pourrait avoir des effets négatifs sur les populations humaines et la faune** » (ref. 3). La cohabitation avec les oiseaux, notamment migrateurs, sera un sujet majeur dans les zones rurales. La protection de l'intimité sera également un enjeu, la plupart des personnes ne goûtant que peu de voir passer un drone quand ils sortent de leur douche. Des pactes locaux d'usage devront être mis en place, définissant les couloirs de vol,



les horaires autorisés et les règles de transparence.

Enfin, les habitudes de consommation se seront adaptées. Recevoir en moins d'une heure un colis ne sera plus un luxe, mais une option standard. L'instantané deviendra une norme culturelle, réorganisant les rythmes d'achat et les attentes. Comme le résume un chercheur américain, « **les cadres réglementaires doivent évoluer pour faire face à ces défis** » (ref. 2) : l'enjeu ne sera pas seulement technique ou logistique, mais aussi sociétal. Plus de rapidité et de confort impliquent de nouveaux arbitrages collectifs entre environnement, bruit, vie privée et inclusion territoriale.

En 2040, les drones auront donc redessiné la logistique sans la renverser. Dans les villes, ils seront un outil parmi d'autres pour fluidifier et accélérer avec le risque de faire perdre en attractivité les centres-villes ; dans les campagnes, ils auront corrigé un déséquilibre ancien en rapprochant les biens et services des habitants éloignés. Et dans nos vies quotidiennes, ils auront installé une nouvelle temporalité de consommation, avec le risque de créer de nouveaux besoins qui compenseraient les gains de fluidité attendus.



Le récit

Daniel conduit les trams et les bus de Keolis à Manchester depuis plus de dix ans. En ce matin de 2040, il prend le volant sur sa ligne qui relie Wythenshawe à Piccadilly Gardens. Le trajet lui est familier, mais la ville qu'il traverse a changé depuis qu'il a commencé chez Keolis. Ce qui le frappe, avant tout, c'est l'absence des camionnettes de livraison qui autrefois encombraient les couloirs réservés aux bus. Daniel s'en souvient encore : les arrêts intempestifs, les

manœuvres compliquées, les minutes perdues à klaxonner ou à contourner un fourgon arrêté en double file devant un magasin. Désormais, ces véhicules appartiennent au passé. Les livraisons de petits colis se font par drone et les couloirs sont redevenus ce qu'ils étaient censés être : des espaces fluides, consacrés aux transports collectifs.

Il en tire une vraie satisfaction professionnelle. La vitesse commerciale des bus a augmenté de près de 15 % en quelques années. Les passagers le sentent aussi : moins de stress, moins de retards. « Ça fait du bien de ne plus partager la route avec ces camionnettes », dit souvent une habituée du trajet, assise au premier rang. Daniel acquiesce en silence.

Le ciel, lui, n'est pas vide. Quand Daniel s'arrête à Deansgate, il lève les yeux et observe une file de drones qui se déplacent en formation, à une trentaine de mètres de hauteur. Des dizaines de petits engins bourdonnent, suivant un couloir aérien tracé au-dessus de la rivière Irwell. Ils évitent soigneusement l'hypercentre, où une taxe drone a été instaurée par la mairie en 2035. L'idée est simple : limiter la densité de survols dans les zones piétonnes de Piccadilly Gardens et Market Street, pour préserver le calme, la sécurité et l'intimité. Les drones contournent désormais le cœur historique, formant des colonnes aériennes au-dessus des axes secondaires. Daniel trouve cela à la fois fascinant et légèrement inquiétant : un ballet mécanique parfaitement réglé, qui rappelle les files d'oiseaux migrateurs.

Parfois, pourtant, la cohabitation entre ciel et route se complique. Ce matin-là, une mouette s'attaque soudain à un drone qui transportait une petite boîte blanche. Le volatile, habitué aux quais de Salford, a foncé sur l'engin comme s'il s'agissait d'un rival. Le drone perd l'équilibre, vacille et chute brusquement. Il s'écrase sur le pare-brise du bus de Daniel avec un bruit sourd. Le choc n'a pas brisé la vitre blindée, mais il a fait sursauter les passagers. Daniel freine doucement, gare son véhicule au prochain arrêt et signale l'incident à la régulation. Ce n'est pas la première fois : depuis que les drones sillonnent la ville, les conflits avec les oiseaux sont devenus un sujet quotidien. Les autorités ont installé des couloirs de vol plus hauts au-dessus de Salford Quays, mais les mouettes restent imprévisibles. Pour Daniel, c'est un rappel que la technologie, aussi avancée soit-elle, n'efface pas la nature.

La matinée se déroule sans autre incident. Vers midi, Daniel gare son bus au dépôt de Moss Side pour sa pause déjeuner. Il pense à sa fille qui rentrera de l'école le soir même. Elle a besoin de nouvelles fournitures scolaires – des cahiers et des crayons – et il a complètement oublié d'en acheter. Avant, cela aurait signifié courir à l'épicerie du coin pendant la pause, ou rentrer tard le soir avec des sacs sous le bras. Aujourd'hui, il sort simplement son téléphone, commande les articles et sélectionne la plateforme drone du dépôt comme point de livraison.

Au-dessus d'un hangar, une large plateforme circulaire a été installée : un « beehive » miniature, où les drones atterrissent et déposent leurs colis dans des casiers sécurisés. Pendant qu'il mange son sandwich à la cafétéria, Daniel jette un œil par la baie vitrée : un drone s'approche, freine en vol



stationnaire, descend lentement, puis glisse le paquet dans la case prévue.

Tout est chronométré, silencieux, presque invisible. À la fin de sa pause, il passe récupérer le colis dans le casier, entre deux chauffeurs qui récupèrent eux aussi des courses. « C'est devenu normal », pense-t-il. Le dépôt, autrefois uniquement dédié aux bus, est devenu un hub logistique partagé.

L'après-midi s'écoule rapidement. Daniel enchaîne ses trajets, puis gare son bus à l'heure, satisfait d'une journée sans gros incident. Il reprend sa voiture pour rentrer chez lui, dans la grande banlieue, à Altrincham. Sa vieille berline électrique commence à montrer des signes de fatigue.

Bientôt, il s'offrira une voiture autonome, comme beaucoup de ses collègues. L'idée de ne plus avoir à conduire après dix heures de travail derrière un volant le séduit de plus en plus.

En arrivant dans sa rue bordée de pavillons en briques rouges, il aperçoit un drone qui descend lentement dans son jardin. C'est celui de Pizza Hub, commandé par sa femme. Avant, ils allaient une fois par semaine dans un restaurant italien du centre-ville dans lequel ils avaient eu leur premier rendez-vous. Comme c'était plus pratique, plutôt que de prendre la voiture pour le centre-ville, ils n'y allèrent plus qu'une fois par mois. Puis le restaurant avait fait faillite. Pas grave, Daniel était mieux chez lui. La boîte de pizza se dépose en douceur sur la pelouse et le drone repart aussitôt vers son hub de Hale. Maintenant, lui qui habite en périphérie a accès aux mêmes services que les habitants du centre-ville. Sa femme le répète souvent : « C'est beaucoup plus équitable, on n'est plus des oubliés. »

réduit grâce à des rotors quasi-silencieux et les drones ne survolent jamais les écoles, les hôpitaux ou les parcs.

Résultat : la circulation routière est allégée de 10 à 15 % de ses flux de livraison. Les couloirs de bus et les pistes cyclables ne sont plus encombrés par les camionnettes en double file. Les habitants des banlieues et des zones rurales bénéficient des mêmes délais de livraison que les citadins du centre. L'équité territoriale s'améliore : « le drone devient l'ascenseur social de la logistique ». Les villes respirent mieux, les habitants gagnent du temps et l'empreinte carbone du dernier kilomètre recule grâce à une architecture multimodale optimisée.

SCÉNARIO GRIS

Une cohabitation imparfaite

Dans cette trajectoire intermédiaire, les drones se sont imposés, mais sans réelle régulation d'ensemble. Dans certains quartiers, ils fluidifient le trafic en réduisant le nombre de camionnettes ; ailleurs, ils génèrent des nuisances sonores et des conflits avec les oiseaux ou les riverains. Des taxes locales ont dû être instaurées dans les centres-villes pour limiter la densité de survols, entraînant des contournements par les quartiers périphériques.

Le bilan environnemental est mitigé : les drones remplacent parfois des trajets routiers inutiles, mais ils créent aussi un « effet rebond » avec une explosion des livraisons instantanées. Les habitants profitent d'un confort accru – fournitures, repas, médicaments livrés en quelques minutes – mais ils se plaignent d'un ciel saturé de bourdonnements. La mobilité routière est un peu plus fluide, mais au prix d'un espace aérien encombré et de centres-villes qui dépérissent et perdent de leur attractivité.

SCÉNARIO NOIR

Le ciel encombré, la ville sous pression

Dans ce futur pessimiste, les drones ont proliféré sans véritable gouvernance. Chaque opérateur gère ses propres flottes et le ciel urbain est devenu un espace anarchique. Les files de drones se croisent, les incidents se multiplient : collisions avec les oiseaux, chutes sur la voirie, nuisances sonores permanentes. La sécurité est remise en cause et les habitants développent une méfiance croissante.

Les livraisons routières n'ont pas disparu : pour les colis volumineux, les camionnettes restent présentes. Résultat : au lieu de fluidifier le trafic, les drones s'ajoutent au système existant, créant une double saturation. Les inégalités se renforcent : seuls les quartiers riches paient les surcoûts des livraisons aériennes premium, tandis que les périphéries continuent de subir des services au rabais. Le rêve d'une logistique plus verte s'est transformé en cauchemar social et écologique : plus d'émissions globales, plus de bruit, plus de tensions et des centres-villes en perte d'exposition des pas-de-porte couverts d'affiches « bail à céder ».



Les scénarios

SCÉNARIO BLANC

Le ciel au service de la ville

Dans ce futur optimiste, les drones se sont intégrés harmonieusement au système de mobilité. Les couloirs aériens ont été planifiés comme on a planifié les tramways : des trajectoires claires, acceptées, sécurisées. Le bruit a été



Bibliographie

1. **CBA of Drone Logistics in E-commerce** (2023). Cost-benefit analysis of drone delivery in European e-commerce logistics. Étude académique.
2. **Choudhury, A., et al.** (2018). Clean Technologies, 7(24): Noise reduction in drone propellers.
3. **Boysen, N., Briskorn, D., Schwerdfeger, S.** (2021). Drone Integration in Last-Mile Delivery Operations. Transportation Science.
4. **Clarke, R.** (2021). Drones: an overview of integration in urban and rural logistics. Drones, 9(158).
5. **Kumar, A., et al.** (2020). Drones for supply chain management and logistics: a review and research agenda. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management.
6. **Das, S., et al.** (2022). Exploring the role of drones and UAVs in logistics and supply chain management: a novel text-based literature review. International Journal of Logistics Management.
7. **Guan, W., et al.** (2019). Energy and environmental implications of drone delivery. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 75.
8. **Stolaroff, J., et al.** (2018). Energy use and life cycle greenhouse gas emissions of drone-based package delivery. Nature Communications, 9(409).
9. **Jiang, Y., et al.** (2025). Urban air mobility and last-mile logistics: modelling challenges. Sustainable Cities and Society, 78(44333).
10. **Lim, A., et al.** (2024). The economics of urban drone logistics hubs ("beehives"). Journal of Transport Geography, 110.
11. **Allen, J., Browne, M., et al.** (2023). Assessing the impact of drone deliveries on last-mile costs and emissions. International Journal of Logistics Management (IJLM), 34(4).