

The background of the entire page is a long-exposure photograph of a highway at night. The image shows multiple lanes of traffic with light trails from cars. The most prominent feature is a series of bright red light trails that curve from the bottom right towards the center of the frame. To the left, there are lighter, more diffuse light trails in white and blue. The overall scene is dark, with the light trails providing the primary illumination and a sense of motion.

L'ULTIME
SOLUTION AUX
EMBOUTEILLAGES

CLÉMENT BOURLES - PACE 2022-2023

“An engineer in a traffic jam is like a kid in a candy store. He sees so many problems to solve and so many solutions to try”

- CB

L'ULTIME SOLUTION AUX EMBOUTEILLAGES

L'origines de la congestion routière, et ses solutions

Préambule

Vous y avez cru n'est-ce pas ? Que cette brochure allait réellement vous donner l'ultime solution contre les embouteillages. Malheureusement cela serait totalement utopique et cela n'est pas une brochure écrite par un simple étudiant qui va apporter une solution « ultime » ; ce n'est pas l'objectif de cette brochure. Cette revue est plutôt destinée aux gens curieux, qui se demandent comment se forment les embouteillages, quelles sont les solutions que des gouvernements peuvent mettre en place pour les réduire, et pourquoi même en 2023 il y a toujours autant d'embouteillages.

Cette brochure n'a pas non plus pour objectif de plaire à tout le monde, bien que le sujet soit vulgarisé, il porte sur un sujet auquel certaines personnes ne s'intéressent pas.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	6
L'URBANISME	7
DES DENSES VILLES HISTORIQUES	7
DES VILLES ÉTENDUES	8
LA DÉMOCRATIE	9
L'EXEMPLE DU PROJET DE LIGNE DE TRAIN À GRANDE VITESSE ENTRE SAN FRANCISCO ET LOS ANGELES :	9
LES SOLUTIONS	12
LAISSER PASSER LES VOITURES AU COMPTE GOUTE	21
LES RONDS-POINTS, LA SOLUTION MIRACLE ?	13
L'INTERCHANGEUR D'AUTOROUTE RÉVOLUTIONNAIRE : LE CARREFOUR EN DIAMANT	13
LA NATURE HUMAINE AU CŒUR MÊME DES PROBLÈMES DE TRAFIC	14
LA VRAIE SOLUTION : LES TRANSPORTS ALTERNATIFS	15
CONCLUSION	17
BIBLIOGRAPHIE	18
RÉSUMÉ	19

INTRODUCTION

Imaginez que vous puissiez vous rendre à votre destination sans jamais être bloqué dans un bouchon. Que feriez-vous de tout ce temps et cet argent économisés ? Malheureusement, cette situation idéale est loin d'être la réalité pour la plupart des automobilistes. Selon l'entreprise Inrix, les franciliens ont passé en moyenne 140h à l'arrêt dans les embouteillages en 2021, temps perdu colossal qui mis bout à bout représentent 5 jours perdus dans une vie !

En plus de perdre du temps, une somme d'argent considérable est dépensée dans les embouteillages, que ce soit par les foyers ou l'État.

En effet, d'après l'institut de recherche CEBR, les embouteillages coûteraient 5,9 Md d'euros tous les ans.

Perdre du temps ou perdre de l'argent ne sont pas les seuls maux des embouteillages, puisqu'ils impactent fortement la santé mentale de ceux coincés à l'intérieur.

Énerverment, et fatigue surviennent trop souvent dans les bouchons, qui en font un inhibiteur de bonheur pour la population. Cette congestion routière pose aussi un vrai problème écologique, une voiture coincée dans un bouchon, qui doit en permanence ralentir et accélérer va consommer beaucoup plus pour chaque kilomètre effectué, que s'il n'y avait pas de bouchon.

Les embouteillages ne sont pas un problème uniquement français, mais sont bien un vrai problème international. Mais alors d'où viennent ces problèmes de congestion routière ? Et quelles sont les solutions qui peuvent supprimer définitivement les embouteillages ?

L'URBANISME



Arc de triomphe, Paris, Bored Panda

DE DENSES VILLES HISTORIQUES

En Europe particulièrement, les villes sont très denses et par conséquent ne sont pas énormément étendues, cela signifie donc que les habitants n'ont pas besoin de beaucoup se déplacer, et donc il n'y a pas de problème de congestion ?

Étudions tout d'abord un contexte que l'on connaît bien : celui de la France. C'est un pays assez vieux, qui existait bien avant la naissance de la voiture.

À l'époque où les voitures n'existaient pas, il était très compliqué de se déplacer sur des longues distances, ainsi les villes françaises sont typiquement formées d'un centre-ville assez dense. En France, seules les routes récentes ont été planifiées à l'avance, de nombreuses routes existaient parce que c'étaient des routes empruntées par des calèches, puis avec l'arrivée de l'automobile

ils les ont juste bétonnées. Ce qui a pour effet d'avoir très peu de lignes droites et des centres-villes avec des rues étroites.

C'est donc naturellement que dès que le grand public a eu accès à la voiture, des embouteillages sont tout de suite apparus. Beaucoup de routes sont très mal conçues, la densité des villes et ses routes étroites font qu'il est très difficile de se déplacer en voiture dans les villes.

Les grandes villes françaises ont donc dû trouver des solutions pour améliorer les flux de populations. Cela s'est très souvent traduit par des investissements massifs dans les transports en commun. Paris avait déjà des lignes de métro pour circuler dans la ville, mais a choisi aussi de mettre en place les RER, qui permet aux gens qui habitent en banlieue d'utiliser les transports en commun pour se rendre à Paris. L'idée est d'éloigner les voitures le plus possible du centre-ville. La ville de Toulouse a eu l'idée d'ajouter un « parking relai » en périphérie de la ville, qui permet de venir en voiture, puis switcher avec le métro et ainsi faciliter l'accès au centre-ville.

Un fait assez intéressant en France comparé à d'autres pays, beaucoup d'intersections sont gérées grâce à des ronds-points, il n'y a que dans les grandes villes, où l'on trouve surtout des intersections avec feux tricolores. Paris étant une exception, car même si dans les grandes villes les ronds-points sont moins fréquents que dans les petites, il y a seulement un seul rondpoint dans la capitale.

Mais contrairement à ce que l'on pourrait penser, les grandes villes ne sont pas forcément densément peuplées. Et des grandes villes où les rues sont donc bien larges, auront forcément une infrastructure routière bien différente, puisque le nombre de voies peut être bien plus important.

Les grandes villes avec une faible densité de population n'ont donc aucuns problèmes de congestion routière ?

DES VILLES ÉTENDUES

Étudions maintenant un contexte totalement différent, celui de villes dont l'urbanisme a été pensé autour de la voiture. C'est très clairement le cas dans beaucoup de villes Américaines. Les États-Unis sont très différents de la France, le pays est beaucoup plus récent, il s'est développé en même temps que la voiture. Ce qui a eu pour effet de créer un pays « tout voiture ». Sauf pour de rares exceptions comme New York City, la voiture est l'option principale pour se rendre absolument partout, ce qui a provoqué une planification urbaine très différente là-bas. Ayant l'option de la voiture, les habitants préféreraient habiter loin de leur travail, mais posséder une maison individuelle, plutôt que de vivre en appartement. Cela a eu pour effet de créer de très grands quartiers résidentiels, qui ont énormément étalé géographiquement, on ne retrouve pas vraiment de centre-ville urbain très densément peuplé.

C'est notamment le cas de la ville de Los Angeles qui est une ville typiquement américaine. Étudions-la de plus près. Le développement de Los Angeles est très récent, fondée à la fin du XVIIIe siècle, son expansion a eu lieu au même moment où la voiture est devenue populaire.

Ainsi à Los Angeles on peut voir des quartiers résidentiels s'étendre sur des dizaines et des dizaines de kilomètres.



Cette photographie en est un très bon exemple.

Cet étalement urbain va obliger la population à devoir parcourir de grandes distances pour se rendre à leurs lieux de travail, chose très difficile à faire en transport en commun, en

effet il est très difficile de mettre en place un système de transport en commun efficace dans ce genre d'agglomération, car contrairement à une ville densément peuplée, où une station de métro peut facilement profiter à beaucoup de monde, la densité de la population en dehors du cœur de la ville fait qu'il est très coûteux de construire des lignes de métro. Ainsi, la métropole de Los Angeles se retrouve avec seulement 6 lignes de métro alors que plus de 18 millions de personnes y vivent.

C'est pour cela que les États-Unis ont dû construire de très larges autoroutes, car les voitures individuelles sont le moyen de transport que les Américains peuvent réellement utiliser faute de transports en commun efficaces.



Une autoroute qui passe au milieu de la ville, image Google Earth

Il n'est pas rare de tomber sur des autoroutes de 5 voies.

Les États-Unis ayant développé leurs réseaux routiers en même temps que leurs villes, le tracer des routes est beaucoup moins organique qu'en Europe, la quasi-totalité des routes sont de grandes lignes droites. Ainsi en ville notamment, les routes se croisent très souvent en angle droit, ce qui fait que les intersections entre 2 rues dans les villes américaines sont parfaitement carrées, ce qui les a poussés à utiliser des feux tricolores pour gérer le trafic aux intersections, feux tricolores qui sont particulièrement adaptés aux intersections carrées.

Donc en Europe il y a des problèmes d'embouteillages, de l'autre côté de l'atlantique aussi, mais alors comment ça se passe dans les pays très différents du modèle occidental ?

LA DÉMOCRATIE

L'amélioration des mouvements de populations, que ce soit à l'échelle d'une ville ou d'un pays, passe forcément par des investissements dans de grands projets. Le souci, c'est que la création de projets tels qu'une autoroute 2x3 voies, le réaménagement d'un échangeur, la création d'une ligne à grande vitesse, d'un tunnel, ou même d'un pont coûte très cher. Si une ville souhaite doubler le nombre de voies sur son périphérique, ou simplement refaire une intersection dans le but d'en améliorer son efficacité, elle doit débloquer des fonds, et donc forcément cela va passer par un vote lors d'un conseil municipal par exemple. Ainsi, même si un projet a un intérêt évident, et qu'il peut potentiellement améliorer le quotidien de plusieurs milliers de personnes, le projet peut ne pas passer l'étape du vote, simplement parce qu'un ou plusieurs élus sont opposés au projet (à tort ou à raison). Débloquer des fonds en démocratie n'est jamais facile, mais le budget n'est pas la seule difficulté à laquelle se confrontent les gros projets. En effet quand un projet parcourt une grande distance, comme une nouvelle autoroute, une ligne de train à grande vitesse, ou même un métro, la future infrastructure va passer par des communes/régions, qui ne sont pas forcément favorables au projet, parce que le projet ne sera pas forcément bénéfique

pour eux. En démocratie, une simple entité, comme une commune, peut poser de vraies difficultés à la mise en place de projets qui sont à l'échelle régionale/nationale, et ce, même si le projet est extrêmement bénéfique pour des millions de personnes.

L'EXEMPLE DU PROJET DE LIGNE DE TRAIN À GRANDE VITESSE ENTRE SAN FRANCISCO ET LOS ANGELES :

Aux États-Unis, le pouvoir est beaucoup plus décentralisé qu'en France, ainsi des petits acteurs peuvent avoir de grandes conséquences sur des projets. C'est clairement le cas avec le "California High-Speed Rail", un projet de ligne ferroviaire à grande vitesse qui reliera San Francisco à Los Angeles. La planification de ce projet a commencé en 1996, 25 ans plus tard, le projet est toujours très loin d'être terminé. La cause est en très grande partie liée à la décentralisation du pouvoir. Certains comtés refusaient d'autoriser la construction de la ligne de train s'ils n'avaient pas une gare dans le comté, mais ajouter une gare augmente le temps de trajet (et rend donc la solution du train moins intéressante comparé à la voiture ou l'avion), et augmentent les coûts.



Construction in Fresno, Calif., sur une segment de la voie ferré. Ryan Christopher Jones for The New York Times

Toutes ces négociations avec les différents comités (et bien d'autres problèmes, eux aussi reliés directement ou indirectement aux principes démocratiques) ont fait que le projet a pris des retards considérables, et a dû être en partie repensé, ce qui a fait exploser les coûts initialement prévus (qui sont maintenant estimés à ~100 milliards de dollars). Avec un coût aussi élevé, ce projet ne fait plus autant l'unanimité auprès du grand public, or, en démocratie, le public a son mot à dire. Ce qui a pour effet d'encore ralentir le projet.

Malgré toutes ces difficultés, ce projet verra quand même très probablement le jour, mais pas sous la forme initialement prévue, pas avec le coût initialement prévu, et pas au moment initialement prévu.

Le projet "California High-Speed Rail" est l'exemple parfait des limitations qu'une démocratie impose. En démocratie, les gens doivent se mettre à discuter, se mettre d'accord entre eux, ce qui va quasiment toujours

impliquer des retards, des coûts supplémentaires, et un compromis qui finalement ne plaira pas toujours à tout le monde.

La Chine est l'exemple opposé, dans ce pays les mégaprojets sont très faciles à mettre en place, le gouvernement va décider de construire une autoroute, et ce sera fait. Ils ont aussi un énorme avantage logistique : c'est ce même gouvernement qui va commander tous les gros projets, ils peuvent donc faire une économie d'échelle. Il est estimé qu'en Chine, le kilomètre d'une ligne à grande vitesse coûte 2 fois moins cher qu'en France. Cela est aussi dû à la main-d'œuvre qui est moins chère.

Ainsi, dans une démocratie, les acteurs locaux doivent prendre en compte ce principe démocratique. Ils doivent pouvoir penser à des projets qui ont plus de chance de plaire aux gens, et doivent pouvoir s'adapter si le budget alloué au projet est inférieur de ce qu'ils avaient initialement prévu.



Viaduc de Millau, France. Il permet aux véhicules sur l'autoroute de traverser toute la vallée par le haut. Photo Clément Bourles

LES SOLUTIONS

Résoudre les problèmes d'embouteillages n'est pas une simple affaire. Il existe une grande quantité de solutions existantes, des solutions techniques, en repensant certaines infrastructures pour améliorer leur efficacité ou leur sécurité, mais il existe aussi des solutions qui peuvent se montrer encore plus efficaces, mais qui impliquent de devoir repenser les modes de transports.

On pourrait naïvement penser que si une route est congestionnée, il suffit de rajouter une ou plusieurs voies de circulation et cela résoudra magiquement les problèmes d'embouteillages. Mais cela viole la loi fondamentale des embouteillages : plus de voies sont égales à plus de trafic. Il ne faut pas réfléchir uniquement sur une route, mais sur une ville entière. Une grande quantité de personnes choisissent de ne pas utiliser la voiture à cause du temps que ça prend, et utilise à la place les transports en commun. Ou s'ils le peuvent, ils vont attendre un moment où la route est moins chargée ou bien faire du télétravail. Donc en augmentant le nombre de voies, cela va effectivement aider à très court terme, mais une fois que les gens se rendent compte que le trafic est fluide, des personnes qui avant utilisaient les transports en commun, restaient chez eux faire du télétravail, ou bien ceux qui utilisaient simplement un itinéraire alternatif vont commencer à utiliser la route et à la fin cela va revenir au même : la route sera congestionnée jusqu'à l'équilibre entre les gens qui préfèrent prendre les transports ou rester chez eux et ceux qui n'ont pas le choix que de l'utiliser. C'est le concept de "demande induite" : agrandir une route pousse plus de monde à l'utiliser.

C'est assez fascinant, car tout cela fonctionne avec un ratio de 1, si l'on double la capacité d'une route, le nombre de personnes qui vont l'utiliser va lui aussi doubler.

Faire des routes assez grandes pour soutenir entièrement la demande est aujourd'hui complètement impossible dans la plupart des grandes villes.

De plus, quelque chose d'encore plus contre-intuitif, rajouter des voies peut empirer le trafic.

C'est par exemple le cas dans un tunnel près de San Francisco : une route de 2x2 voies passe par un tunnel, et cette route était tout le temps congestionnée, ils ont eu l'idée de rajouter une troisième voie en amont du tunnel, mais il était trop cher d'élargir le tunnel. Cela a eu l'effet inverse qu'escompté. Le tunnel faisait maintenant goulot d'étranglement : 3 voies fusionnent en 2 avant l'entrée du tunnel, les voitures doivent donc se rabattre, mais si la route est déjà un peu congestionnée, se rabattre est souvent compliqué, et fait ralentir les voitures derrière, ce qui provoque des embouteillages. Finalement, le débit de la route de 3 voies qui fusionnent en 2 voies est inférieur comparé à la route à seulement 2 voies tout le long.

Est-ce que cela signifie que l'on ne peut rien faire ? Qu'il n'y a aucun moyen de résoudre les embouteillages ? Aucun moyen de rendre nos routes meilleures, plus sûres et plus efficaces ?

Heureusement si, beaucoup peut être fait. Les embouteillages fonctionnent de manière exponentielle, un petit nombre de voitures supplémentaires va provoquer une congestion bien plus importante. Par contreposée, cela veut dire qu'il suffit d'enlever une petite proportion de voitures sur la route pour fluidifier significativement le trafic. Ce phénomène est en partie dû aux « Embouteillages fantômes » que nous étudierons plus en détail un peu plus loin .

LAISSER PASSER LES VOITURES AU COMPTE GOUTE

Une des solutions qu'a utilisé l'état du Minnesota aux États-Unis a été de mettre en place un feu tricolore, où une seule voiture est autorisée à passer quand il est vert, cela a pour effet de réguler le nombre de personnes sur l'autoroute, et ainsi d'augmenter

son débit. Finalement, même si les gens doivent attendre au feu, ils doivent moins attendre que s'ils avaient été coincés dans les bouchons sur l'autoroute.

Une autre solution qu'a utilisée la ville de Stockholm en Suède a été de mettre en place des péages pour entrer dans la ville. Le prix était très bas (l'équivalent de 1 €), mais cela a suffi à dissuader une petite partie des automobilistes à contourner la ville. Cela a permis à Stockholm de passer de l'une des villes les plus congestionnées, à une ville avec un trafic plutôt fluide, même si ce ne sont qu'une petite partie des conducteurs qui ont choisi d'arrêter d'utiliser ces routes.



CB



Rond-point du plateau de Saclay, image Google Earth

LES RONDS-POINTS, LA SOLUTION MIRACLE ?

Très peu utilisés aux États-Unis, pourtant adorés de l'autre côté de l'Atlantique, les ronds-points présentent de réels avantages. Notons tout d'abord que le sens courant de « Ronds-points » sont en fait des carrefours à sens giratoires, c'est-à-dire que c'est le véhicule présent dans le carrefour qui a la priorité, contrairement à un rondpoint traditionnel, où c'est la priorité à droite qui s'impose. Ici, par abus de langage, « rond-point » aura la signification d'un carrefour à sens giratoire.

Les ronds-points classiques ont un débit de voiture à peu près équivalent à une intersection à feu tricolore, mais il a l'avantage d'avoir une meilleure fluidité, quand il n'y a personne à l'intersection, il n'y a pas besoin

d'attendre que le feu passe au vert. De plus, le rondpoint oblige les véhicules, même ceux allant tout droit à ralentir, ce qui a pour effet de considérablement réduire le nombre d'accidents, ainsi que leurs gravités.

On peut facilement augmenter le débit d'un rondpoint, le premier point est d'éloigner les points d'entrée et de sortie, cela va avoir pour effet de mieux comprendre les intentions de chaque véhicule, et ainsi savoir plus tôt si une voiture présente dans le rondpoint va sortir, et laisse donc plus de temps à une voiture pour s'insérer. De plus en faisant ça cela va aussi agrandir le virage, et ainsi il n'y aura pas besoin d'autant ralentir pour prendre le rondpoint. En ajoutant à ça, une voie d'évitement qui permet de tourner à droite sans prendre le rondpoint, et l'on se retrouve avec une intersection bien plus efficace, et bien plus sûre qu'une simple intersection à feu tricolore.

L'INTERCHANGEUR D'AUTO-ROUTE RÉVOLUTIONNAIRE : LE CARREFOUR EN DIAMANT

Encore peu connu et peu utilisé, l'échangeur autoroutier du carrefour en diamant (ou « diverging diamond interchange » en anglais) est l'un des plus efficaces, et

des plus surs. Cet échangeur assez particulier fait provisoirement changer de sens de circulation aux véhicules, ce qui peut être un



Google Earth

peu perturbant la première fois qu'on l'utilise. Les échangeurs classiques qui utilisent des feux tricolores rendent vraiment difficiles les virages à gauche puisqu'ils obligent à traverser le flux de voitures venant d'en face.

Le carrefour en diamant oblige les conducteurs souhaitant aller en face ou tourner à gauche à échanger de voies avec les véhicules arrivant dans l'autre sens, cet échange de voies se fait de manière fluide grâce à un feu tricolore, la traversée se fait donc en deux temps.

Cet échangeur propose un débit de véhicules environ deux fois supérieur comparé à un échangeur avec double intersection à feu tricolore. D'autant plus que ce dernier a le défaut qu'en cas de congestion trop importante, certaines personnes vont devoir commencer à attendre sur l'autoroute pour rentrer dans l'intersection, ce qui provoque des ralentissements sur l'autoroute alors que le problème n'est pas lié à l'autoroute en elle-même, et en plus de cela c'est très dangereux, il y a beaucoup d'accidents.

LA NATURE HUMAINE AU CŒUR MÊME DES PROBLÈMES DE TRAFIC.

Un autre aspect à prendre en compte est que la totalité des ralentissements est uniquement liée au fait que nous sommes simplement des êtres humains. Quand un feu tricolore passe au vert, nous devons attendre que toutes les voitures devant soi commencent à avancer avant de nous même commencer à avancer ; cela vous paraît sans doute normal et vous ne voyez pas comment il peut en être autrement, pourtant imaginez

quand le feu passe au vert, toutes les voitures commencent à rouler exactement au même moment, cela fonctionnerait bien, si tous les conducteurs étaient parfaits il n'y aura pas d'accidents, et cela permettrait d'augmenter énormément le débit d'un carrefour à un feu tricolore. Pour cela il faudrait que le temps de réaction de chaque personne soit identique, et en plus il faudrait être capable de tous se coordonner au moment où le feu passe au vert pour partir au même moment, ce qui est évidemment totalement impossible.

Un exemple typique de ce phénomène est celui de « l'embouteillage fantôme » évoqué plus tôt. Il est lié entièrement parce que nous sommes des humains. L'embouteillage fantôme, qu'est-ce que c'est ? C'est quand parfois sur l'autoroute, le trafic est très fluide, puis d'un coup devant vous ça freine, vous vous retrouvez complètement à l'arrêt, puis quelques minutes plus tard la circulation reprend, et le trafic est à nouveau fluide. Vous n'avez jamais compris d'où cela vient ? En fait, le principe est assez simple, quand le trafic est très dense, et qu'une personne change de voie, ou freine un peu trop fort, cela va pousser la voiture à l'arrière de freiner un peu plus fort, qui va provoquer un effet boule de neige, qui va faire que chaque personne va freiner de plus en plus fort, ce qui va pousser certain véhicule à changer de voies, et provoquer le même effet sur les autres voies, puis les voitures se retrouvent complètement à l'arrêt.



<https://youtu.be/6ZC9h8jgSj4>

La vidéo montre très bien la vague de ralentissement qui se propage dans le sens opposé au sens de circulation.

Ce qui est terrible avec ce phénomène, on le voit bien sur la vidéo, c'est que parfois ces « vagues » peuvent se créer en boucle jusqu'à ce que la densité du trafic diminue. C'est ce

phénomène qui provoque la majorité des ralentissements sur les autoroutes et péri-urbains.

Une des solutions qui peuvent aider à atténuer ce problème, c'est l'abaissement de la vitesse autorisée. Cela peut sembler contre-intuitif de diminuer la vitesse pour augmenter le débit d'une route, puisque plus la vitesse est élevée, plus on peut théoriquement faire passer de voitures dans un temps donné sur une route, pourtant une diminution de la vitesse va permettre de laisser plus de temps aux conducteurs de réagir aux changements de voies de dernier moment, ou au freinage brusque, et ainsi éviter la création de ces vagues de ralentissements.

De plus, la réduction de la vitesse va permettre aussi de réduire le nombre d'accidents. Les humains qui peuvent parfois être distraits et n'ayant pas un champ visuel à 360°, les accidents sont malheureusement fréquents. Un accident sur une route de 3 voies va très souvent couper 1 à 2 voies, et comme vu précédemment, il n'y a rien de pire pour les embouteillages qu'une route où le trafic est déjà dense, qui se réduit en un nombre de voies inférieur.

On dit souvent que la curiosité est un vilain défaut, c'est ce défaut, très humain, qui peut provoquer un embouteillage sur la route en sens inverse de là où l'accident a eu lieu. Les conducteurs conduisant sur la route opposée, ont tendance à ralentir légèrement par simple curiosité de regarder l'accident qui a eu lieu dans le sens opposé, sauf que ce léger ralentissement d'un conducteur, va provoquer un ralentissement plus fort du conducteur derrière, qui est lui aussi distrait par l'accident en face, ce qui va le pousser à freiner un peu trop fort, et voilà on retombe sur le même effet boule de neige qui va provoquer un nouvel embouteillage fantôme sur une route où le trafic était fluide avant.

Les humains, par leur nature, sont responsables de beaucoup des problèmes d'embouteillages, mais est-ce que l'on peut vraiment y faire quelque chose ? Cela paraît complètement impossible de changer la nature humaine pour simplement réduire les embouteillages ?

Effectivement, il est très difficile de changer le comportement des gens sur la route.

Pourtant tous ces problèmes évoqués plus tôt peuvent quand même être résolus si ce n'est plus un humain qui conduit. En 2023, les voitures semi-autonomes sont déjà bien existantes et commercialisées, d'ici une dizaine-vingtaine d'années cela sera omniprésent sur les routes, et l'avantage de ces voitures, c'est qu'elles ont une vision à 360°, leur temps de réaction est quasiment nul, elles ne peuvent pas être distraites et elles peuvent communiquer entre elles.

Alors on y est évidemment encore loin des routes remplies de voitures autonomes, qui sont capables de communiquer toutes entre elles, mais ce temps n'est plus si loin, et cela aura un réel impact positif sur la congestion routière. Le problème c'est que tant qu'il restera un conducteur humain sur les routes, les véhicules autonomes ne pourront pas pleinement communiquer entre eux pour réduire les congestions. Donc le temps où les embouteillages auront complètement disparu n'est pas près d'arriver tout de suite.

Mais alors si de toute façon il est impossible pour le moment d'avoir des routes où les embouteillages n'existent plus du tout, comment faire pour réduire le nombre de voitures sur les routes ?

LA VRAIE SOLUTION : LES TRANSPORTS ALTERNATIFS

On pourrait imaginer la création d'une toute nouvelle ville, entièrement planifiée, dans laquelle le réseau routier est une priorité. Cependant, elle demanderait des routes de taille complètement démesurée, des parkings gigantesques ...

Ce sont des demandes impossibles à satisfaire, aujourd'hui ou demain.

Nous avons vu que les principaux problèmes avec les déplacements en voiture sont liés aux comportements humains, il suffit donc de créer des transports où ce ne sont pas les comportements de chaque individu qui va influencer sur l'état global de la circulation, et ces transports existent déjà, ce sont les transports en commun.

Les transports en commun ont l'avantage de pouvoir déplacer de grandes quantités de personnes d'un point A à un point B, et ce en utilisant un espace assez réduit. Le métro

par exemple ne nécessite qu'un tunnel pour déplacer plusieurs dizaines de milliers de personnes par heure.

Mais le défaut qu'auront toujours les transports en commun comparé aux transports individuels, c'est qu'on ne peut pas les prendre absolument partout, et il n'amène pas exactement où l'on veut. Il faut forcément se rendre à la station la plus proche, et ensuite il faut parfois faire des correspondances pour se rendre à la station la plus proche de là où l'on souhaite aller. Pour éviter de devoir beaucoup se déplacer pour se rendre à une station, il faut que dans une ville il y ait une densité de station assez importante. Chose très difficile à faire si la ville est très étendue (comme Los Angeles), ainsi une ville densément peuplée pourra théoriquement plus facilement se débarrasser des problèmes d'embouteillages.

Mais, les transports en commun ne sont pas la seule solution de transport alternatif, bien que les transports individuels présentent de nombreux défauts, ces défauts sont souvent liés à la taille des véhicules que les gens utilisent. Une voiture est un très gros véhicule, et pour la majorité des trajets, un véhicule aussi gros est complètement inutile.



Avec des routes qui ont des tailles limitées, avoir des moyens de transport plus petits peut augmenter considérablement le débit. Dans des villes européennes qui sont souvent très denses, il n'y a que rarement beaucoup de km à faire. C'est pour cela que le vélo peut vraiment être une excellente solution. Son empreinte au sol est minimale, même garé, il ne prend que très peu de place, le vélo à tout pour être une solution qui peut

améliorer de façon significative les mobilités en zone urbaine. Le souci, c'est que les vélos et les voitures cohabitent assez mal, en ville se mettre au vélo alors qu'on roule sur la même route que des véhicules de plusieurs tonnes peut être terrifiant. C'est pourquoi il faut créer des infrastructures qui séparent physiquement les voitures et les vélos. Parfois, créer ce genre d'infrastructure signifie supprimer une voie pour les voitures, mais cela va dans un même temps réduire le nombre de voitures sur la route, et pousser les gens qui prenaient cette route avant à utiliser un vélo. Créer de nouvelles pistes cyclables va inciter des gens à les utiliser. Ajouter des infrastructures cyclables est très généralement assez peu coûteux, ce qu'il fait que même des villes dont le budget est limité peuvent facilement mettre ce genre de solution en place pour réduire le trafic.

Le vélo n'est évidemment pas une solution parfaite, même en utilisant un vélo électrique, cela reste bien moins confortable qu'une voiture, l'hiver il fait froid l'été il fait chaud, quand il pleut on est mouillé. Mais cela n'empêche pas certains pays, comme les Pays-Bas, d'avoir fait une politique « tout vélo » dans certaines grandes villes, et malgré le fait que le météo est loin d'être idéal aux pays bas, les gens utilisent leurs vélos au quotidien comme un vrai moyen de transport. Et cela fonctionne, les grandes villes des pays bas ont relativement peu d'embouteillage comparé à des villes comparables, mais où le vélo n'est pas autant utilisé.

Ajoutez à ça, le vélo apporte d'autres avantages ; le premier est la gravité des accidents, en effet les accidents à vélo avec un piéton sont toujours d'une gravité inférieure que s'il avait été commis par une voiture. Le 2e avantage est une pratique qui nous maintient en bonne santé. Le dernier point est un point écologique, l'utilisation du vélo est totalement saine pour l'environnement contrairement à l'utilisation de la voiture. Ainsi même si ces 3 points n'ont pas d'impact sur le trafic, cela donne des raisons supplémentaires aux villes d'investir dans une meilleure intégration du vélo dans le paysage urbain.

CONCLUSION



CB

Les problèmes de trafic sont sans aucun doute un défi majeur pour les villes du monde entier, et ce défi ne fera qu'augmenter à mesure que la population urbaine continue de croître. Les embouteillages causent des perturbations dans la vie quotidienne des gens, notamment en termes de temps perdu dans les transports, de pollution atmosphérique et sonore, et de coûts économiques. Mais comme on a pu le voir, il n'y a pas de solution « ultime » chaque solution a des défauts et des avantages, mais n'est pas universel, des solutions marcheront bien pour des centres urbains denses, d'autres solutions marcheront mieux pour des centres urbains plus étendus, et il est important de faire au cas par cas.

Les espaces déjà construits doivent repenser le partage de la route avec les mobili-

tés douces, optimiser leurs infrastructures routières et repenser dans son ensemble la politique « tout - voiture » pour permettre de créer un climat urbain plus apaisée et où les moyens de transport alternatif se sentent valorisés.

Les nouveaux quartiers ont eux l'énorme avantage de ne pas être limités. C'est beaucoup plus facile de prévoir des rues très larges qui permettent aux bus de circuler sur une voie séparée, aux vélos d'être eux aussi éloignés des voitures, et ainsi rendre les transports alternatifs plaisant, tout en ne prenant pas de la place sur la route où les voitures circulent. Ainsi les conducteurs ne se sentent pas privés de place sur la chaussée, chose qui arrive très souvent dans les grandes villes quand on est obligé de réduire la taille de la chaussée pour la donner aux bus, aux vélos ou même aux piétons.

En conclusion, nous pouvons affirmer que le transport urbain est un domaine qui nécessite une attention particulière et une adaptation permanente aux évolutions démographiques, technologiques et environnementales. Il n'existe pas de recette miracle pour résoudre les problèmes de trafic et de pollution dans les villes, mais plutôt une diversité de solutions qui doivent être combinées et ajustées en fonction du contexte local. Le transport urbain est aussi un sujet qui concerne tous les acteurs du territoire : les pouvoirs publics, les opérateurs de transport, les entreprises, les associations et surtout les usagers. C'est ensemble que nous pouvons construire un transport urbain plus durable et plus efficace pour le bien-être collectif.

BIBLIOGRAPHIE

HOW TO FIX TRAFFIC FOREVER - WENDOVER PRODUCTIONS

[HTTPS://YOUTU.BE/N4PW66_G6XA](https://youtu.be/N4PW66_G6XA)

THE SIMPLE SOLUTION TO TRAFFIC - CGP GREY

[HTTPS://YOUTU.BE/IHZZSAO6YPE](https://youtu.be/IHZZSAO6YPE)

TRAFFIC FLOW MEASURED ON 30 DIFFERENT 4-WAY JUNCTIONS - EUVERUS

[HTTPS://YOUTU.BE/YITR127KZTQ](https://youtu.be/YITR127KZTQ)

THIS HIGH-SPEED RAIL PROJECT IS A WARNING FOR THE US - VOX

[HTTPS://YOUTU.BE/S0DSM_CLCSW](https://youtu.be/S0DSM_CLCSW)

COMMENT ÉRADIQUER LES EMBOUTEILLAGES ? - LE MONDE

[HTTPS://YOUTU.BE/H-73E_LNE2S](https://youtu.be/H-73E_LNE2S)

HOW DIVERGING DIAMONDS KEEP YOU FROM DYING - AUSTINMCCONNELL

[HTTPS://YOUTU.BE/A0SM6XVAY-A](https://youtu.be/A0SM6XVAY-A)

WHY DON'T WE JUST USE ROUNDABOUTS EVERYWHERE? - AUSTINMCCONNELL

[HTTPS://YOUTU.BE/LSVHG3FJXXY](https://youtu.be/LSVHG3FJXXY)

LA CIRCULATION ROUTIERE EN ILE-DE-FRANCE, ÉVOLUTION DES FLUX ET CONDITIONS DE CIRCULATION DANS LA ZONE CENTRALE - CONSEIL RÉGIONAL D'ILE DE FRANCE

ETUDE STATISTIQUE DES FLUX ROUTIER EN ILE DE FRANCE

“Give a man a car and he will be stuck in traffic for hours. Teach a man to cycle and he will enjoy the freedom of the road.”

- CB

RÉSUMÉ

Les problèmes d'embouteillages sont un problème mondial, qui ont des répercussions morales et économiques.

Ce sont les grandes villes qui souffrent le plus des embouteillages, que ce sont des villes très denses comme Paris qui possède des routes assez étroites, mais où les distances à parcourir sont plus courtes, ou bien Los Angeles qui est moins densément peuplée et il y a donc la place d'avoir de très larges autoroutes qui traversent la ville, les problèmes d'embouteillages sont bien présents.

Bien que la démocratie possède des avantages évidents, il est plus difficile d'y mettre en place de gros projets. Le pouvoir y étant plus réparti, la désapprobation des quelques personnes dans un projet peut le mettre en difficulté (retard, augmentation des coûts, repenser le projet, annulation), et ceux même si le projet peut profiter à une majorité.

Énormément de solutions techniques existent pour améliorer les problèmes de congestion routière. Une solution est de limiter le nombre de véhicules qui circule sur une route, puisqu'un petit nombre de véhicules en moins peut améliorer significativement le débit de voiture. Plus efficace et sécurisé, le carrefour en diamant est une solution très intéressante pour gérer le trafic sortant d'une autoroute grâce à l'inversion des voies. Les ronds-points sont une solution vraiment intéressante pour gérer tout type de carrefour, ils ont l'avantage de permettre de facilement gérer des carrefours où il n'y a pas 4 rues, chose que les feux tricolores ont plus de difficultés.

La solution qui serait la plus efficace est de revoir complètement nos modes de transportations en favorisant l'usage de transport alternatif, tel que les transports en commun et les transports doux tels que le vélo.