



Title: [LEAPS-MPS: Structure et dynamique des réseaux mondiaux de chaîne d'approvisionnement](#)

[Zachary Boyd CIC Database Profile](#)

NSF Award #: [2137511](#)

[YouTube Recording with Slides](#)

[Fall 2023 CIC Webinar Information](#)

Transcript Editor: Lauren Close

Transcript

Slide 1

Je suis ravi d'être de retour ici et de parler à nouveau. Je pense que cette présentation est presque à l'opposé de la précédente. Nous n'avons pas - nous n'avons rien d'humide ou de gluant dans ce que je fais. Je suis professeur de mathématiques et je me concentre essentiellement sur la compréhension des mécanismes de rupture et de réorganisation de la chaîne d'approvisionnement, ce qui est évidemment très pertinent pour COVID ainsi que pour d'autres catastrophes.

Je présente un travail commun avec plusieurs personnes - il s'agit d'une équipe multidisciplinaire. Nitin est professeur de gestion, Sean et David sont informaticiens. Tyler Burrows est l'étudiant en doctorat qui a réellement exercé un leadership sur ce projet, et c'est à lui que revient tout le mérite de ce travail.

Je vais présenter les résultats du modèle mathématique. Il s'agit d'un modèle basé sur des agents qui, dans le domaine des modèles mathématiques, a tendance à être très détaillé. Il est possible d'intégrer toutes les hypothèses possibles et imaginables et de retracer les conséquences de ces hypothèses dans l'ensemble du système. Le message à retenir portera essentiellement sur le rôle de la prise de décision managériale en temps de crise par rapport aux périodes de stabilité et sur la manière d'envisager le compromis entre les différentes options stratégiques au sein des entreprises.

Slide 2

Pour commencer, et pour résumer un peu ce que j'ai déjà dit, tout ceci est essentiellement basé sur un nouveau modèle détaillé de chaînes d'approvisionnement. Il est différent de beaucoup d'autres modèles qui supposent que les entreprises sont reliées en série, l'une à l'autre, à travers l'économie mondiale. Nous savons que cette hypothèse n'est pas réaliste. Les entreprises et la chaîne d'approvisionnement mondiale forment en réalité un réseau complexe d'interactions et, souvent, il y a même des cycles, les entreprises dépendant finalement des produits qu'elles fabriquent elles-mêmes en aval, de manière complexe. Nous avons pensé qu'il était important d'introduire des possibilités de structures plus complexes dans la chaîne d'approvisionnement - plus qu'une simple chaîne. Nous avons également inclus diverses dynamiques et non-linéarités complexes, en tenant compte notamment de la manière dont les gestionnaires peuvent envisager les choses. Dans ce modèle, les gestionnaires sont essentiellement des minimiseurs de risques. Ils veulent vraiment tenir leurs promesses envers les autres entreprises et leurs supérieurs. Ils veulent choisir leurs fournisseurs et leur passer des commandes de manière à garantir la fiabilité de leur production. Cette approche fait appel à de nombreux outils issus des traditions de l'ingénierie, comme l'informatique et les mathématiques. Certains des grands thèmes que vous verrez dans les prochaines minutes sont donc la relation entre la structure des relations entre les entreprises et le comportement de ces entreprises, et en particulier le rôle de la politique. Je ne parle pas ici de politique publique, ce qui est le cas dans le cadre de COVID. Il s'agit de la politique de l'entreprise, c'est-à-dire de la manière dont les entreprises agissent et prennent leurs décisions. Nous avons démontré, du moins dans le cadre des hypothèses de ce modèle, que la diversification de la base de fournisseurs (qui est un thème important pour les entreprises ces dernières années et en particulier depuis la pandémie) - les entreprises réfléchissent à davantage de moyens de diversifier les fournisseurs auprès desquels elles s'approvisionnent pour essayer de réduire leurs risques. Nous avons montré que les décisions prises par les entreprises ont des effets à la fois de réduction et d'augmentation des risques et que les politiques choisies par les entreprises peuvent avoir une incidence sur ce résultat. Ce travail est à paraître dans l'une des principales conférences sur l'informatique et la théorie du contrôle. Un brevet est également en cours.

Slide 3

Pour vous donner un schéma - je ne vais pas vous demander de comprendre les rouages d'un grand modèle mathématique, ce n'est pas le but - mais juste pour vous donner une idée de ce qui se passe sous le capot, nous avons ici un graphique d'une chaîne d'approvisionnement. Il ne s'agit que d'un tout petit fragment d'un prestataire médical qui peut avoir besoin de fournitures

médicales provenant de plusieurs entreprises. Nous traitons l'entreprise comme un intrant et comme ayant des intrants et des extrants. Nous savons que les entreprises ont des résultats, n'est-ce pas ? Dans de nombreux cas, elles doivent produire des biens physiques et les transmettre en aval de la chaîne d'approvisionnement, mais l'information circule également en amont. C'est l'autre canal important, car l'information n'est pas fiable, elle est incertaine et souvent retardée en temps de crise comme en temps de stabilité. Des informations circulent en amont de la chaîne d'approvisionnement sur ce qui est souhaité à l'avenir. Les entreprises doivent passer des commandes, conclure des contrats et acheminer des biens physiques vers l'aval. L'un des principaux comportements négatifs sur lequel nous nous concentrons est ce que l'on appelle l'effet bullwhip, c'est-à-dire le phénomène selon lequel, même en période de stabilité, lorsque la demande des utilisateurs pour les produits est relativement stable en aval, les petites fluctuations de la demande sont amplifiées plus on remonte la chaîne d'approvisionnement.

Slide 4

Il y a deux aspects à cela. Premièrement, les commandes de matériel ont tendance à être plus variables que les signaux de la demande. Il y a plusieurs raisons à cela. Les raisons les plus importantes font l'objet d'une controverse, mais en gros, les entreprises peuvent vouloir se protéger et maintenir des stocks, elles sont incertaines de l'avenir, elles veulent s'assurer qu'elles peuvent tenir leurs promesses.

Slide 5

Ensuite, lorsque la deuxième entreprise de la chaîne doit couvrir son pari, la troisième entreprise doit couvrir ce pari couvert, et la situation s'aggrave de plus en plus en amont. L'incertitude s'amplifie. Cela peut être vraiment perturbant. J'ai certainement entendu des gens dire que les semi-conducteurs sont comme cela : c'est la famine ou la fête lorsque vous anticipez qu'il y aura un besoin et que la production doit s'accélérer comme une traînée de poudre. La surproduction peut alors parfois se produire.

Slide 6

C'est vraiment désastreux. Nous étudions le rôle de la politique dans ce contexte, ainsi que le contrôle et l'adaptabilité de la gestion. Ce que je vais surtout vous montrer dans cette présentation, c'est si le gestionnaire adopte une attitude très souple quant à ses commandes en période d'incertitude ou s'il continue à faire comme si de rien n'était. Bien sûr, il existe toute une gamme de possibilités d'adaptation, mais nous avons essentiellement établi qu'en période de stabilité, les gestionnaires qui correspondent aux hypothèses que nous avons intégrées dans

la documentation ont tendance à aggraver l'effet de fouet en s'adaptant de façon excessive au bruit provenant de l'aval qu'ils interprètent comme un signal.

Slide 7

Mais, comme je le montrerai dans une prochaine diapositive, la situation est vraiment différente en temps de crise. Pour les besoins de cette présentation, nous pensons à deux politiques : l'une où une entreprise a, disons, quatre fournisseurs différents d'un ingrédient essentiel et où - peut-être en raison d'exigences contractuelles à long terme, de politiques d'entreprise ou de décisions managériales - elle se procure toujours la même proportion de ce dont elle a besoin auprès de tous ses fournisseurs en espérant que ces derniers s'en sortent. En revanche, à droite, si vous disposez d'une plus grande liberté de gestion ou si vous pensez que vous entrez dans une période de crise, alors il y a cette politique de commande variable où le gestionnaire doit utiliser le comportement passé et les prévisions de l'avenir pour deviner lequel de ses fournisseurs va être à la hauteur et dans quelle mesure il va l'être, et adapter ses commandes de manière à essayer de garantir qu'il sera en mesure de tenir ses promesses en aval de sa propre entreprise.

Slide 8

Voici ma seule diapositive sur les big data qui est censée illustrer ce qui se passe. Dans ce modèle, il se passe beaucoup de choses. Concentrons-nous sur le quadrant supérieur gauche. Pour simplifier, nous suivons les quatre niveaux de la chaîne d'approvisionnement au fil du temps. Il faut considérer que l'entreprise zéro est en contact direct avec le client, et que l'entreprise quatre est très éloignée du client immédiat. Le client de l'entreprise quatre est l'entreprise trois. Le client de l'entreprise trois est l'entreprise deux, et ainsi de suite. Ce que nous voyons, c'est qu'il y a deux périodes que nous avons mises dans cette simulation particulière. Les parties plates sont des périodes de stabilité relative où il n'y a pas de crise, il y a des fluctuations mais c'est plutôt calme. Ensuite, il y a les périodes de choc. Dans cette diapositive, nous avons inclus un choc de la demande qui fait que, tout à coup (que ce soit dans la réalité ou dans la perception), on a besoin d'une grande partie de ce que l'entreprise zéro produit. Il peut s'agir d'équipements de masquage, de respirateurs, de papier hygiénique, de tout ce qui vous semble important en cas de pandémie.

Dans le cas structurel - c'est-à-dire lorsque les entreprises ne font pas vraiment d'effort, soit parce qu'elles sont coincées dans leur contrat, soit parce qu'elles se sentent incapables de s'adapter, soit parce qu'elles ne pensent pas qu'une véritable crise est en train de se produire -, le choc de la demande s'amplifie. Vous voyez que la courbe bleue monte en flèche et qu'elle est malheureusement cachée par les autres courbes. Mais il y a très peu d'oscillations dans le bleu, mais lorsque vous arrivez au niveau quatre, l'entreprise violette, la perception de la demande

de l'entreprise quatre est très variable. L'incertitude est vraiment très élevée. Ce qui est important, c'est d'examiner ce deuxième grand choc. Il faut compter entre 200 et 350 heures environ pour que les choses se calment pour l'entreprise quatre. Après une perturbation, il leur faut beaucoup de temps pour se rétablir et retrouver une vie stable. Si nous regardons de l'autre côté, dans le cadre de la politique, c'est là que les agents de gestion du système ont plus de liberté pour prendre des décisions et modifier les politiques sur le moment, en se basant sur l'idée qu'un changement important est en train de se produire. Si l'on considère les périodes de stabilité, l'effet de fouet est plus important - il y a plus de variations totalement infondées dans la demande perçue. En revanche, en période de crise, il y a toujours ce grand choc à la hausse et à la baisse. Le violet est sans aucun doute le pire. L'entreprise verte - de niveau 3 - est également assez mal en point, mais l'entreprise 1 est beaucoup moins touchée et se remet plus rapidement du choc. Le fait est que si vous regardez l'entreprise 4, l'entreprise la plus en amont, elle subit des perturbations à peu près au bout de 220 heures, mais elle se rétablit à peu près au bout de 275 heures. Le rétablissement est environ trois fois plus rapide dans le cas d'une situation politique où le gestionnaire estime à chaque instant ce qui pourrait se passer et tente de s'adapter. En termes de politique, la conclusion est donc qu'il faut faire un compromis entre ces approches vraiment stables qui peuvent avoir des contrats à long terme et qui maintiennent les entreprises dans leur comportement ou les bureaucraties ou autres procédures qui maintiennent les gens dans leur comportement. En période de stabilité réelle, ces approches peuvent être très avantageuses, mais en période de crise, il y a un risque de ne pas prendre les bonnes mesures au début ou même au milieu de la crise pour se redresser. C'est ce qu'illustre ce diagramme. C'est le dernier grand chiffre dont je parlerai.

Bien entendu, il existe tout un éventail de possibilités entre une approche entièrement structurée et une politique entièrement axée sur la prise de décision par les gestionnaires. Il ne s'agit que d'un modèle, et je ne veux certainement pas l'interpréter de manière excessive par rapport à la vie réelle. La vie réelle est beaucoup plus complexe que même ce modèle assez complexe. Mais ce compromis entre des systèmes qui enferment les gestionnaires afin qu'ils ne surinterprètent pas des problèmes qui ne sont pas réels, et la capacité de réagir lorsqu'un problème réel survient sans avoir à être trop lent dans leur temps de réponse est en quelque sorte le message à retenir de ce modèle pour les personnes qui ne sont pas mathématiciennes.

Slide 9

Quoi qu'il en soit, c'est tout.

Slide 10

Je suis heureux de répondre aux questions. Je suis conscient d'avoir pris mon temps, mais tout le mérite revient à Tyler qui a fait preuve d'un grand leadership dans le cadre de ce projet. Je

suis également heureux d'être contacté par d'autres personnes qui ont des questions au niveau de l'IP. Je vous remercie !