

ALGORITHMES DE PRIX ET TRAITEMENT DES RISQUES DE COLLUSION ANTICONCURRENTIELLE¹

Frédéric Marty

CNRS – UMR 7321 GREDEG, Université Côte d'Azur, OFCE

La question de la collusion algorithmique donne lieu à une abondante littérature. Cette contribution se propose d'en développer une analyse mais également d'envisager des procédures concurrentielles qui permettent de détecter les comportements collusifs et d'y remédier ou de les prévenir. Cette contribution distingue les situations dans lesquelles les algorithmes sont les supports de pratiques anticoncurrentielles, qui existeraient indépendamment d'eux, de celles où ils sont vus comme initiateurs de schémas de collusion tacites. Il s'agit de faire la part des choses entre risques d'ententes augmentées par les algorithmes et risques d'émergence d'équilibres de prix supra-concurrentiels favorisés par les interactions algorithmiques.

Mots clés : collusion algorithmique, collusion en étoile, collusion tacite, intelligence artificielle.

Les ententes permettent aux firmes d'échapper à la concurrence et donc d'établir leurs prix à des niveaux supraconcurrentiels. Elles leur donnent également la capacité de maîtriser leur environnement à court et moyen terme. Ces stratégies de marché sont particulièrement dommageables tant en termes statiques que dynamiques. Les ententes sont d'autant plus difficiles à caractériser et à sanctionner qu'elles ne reposent pas sur des accords formels entre les entreprises mais sur un équilibre de collusion tacite. L'atteinte de cet équilibre peut être liée à la

1. Cet article s'appuie sur des travaux réalisés pour certains en coopération avec Thierry Warin (HEC Montréal), Benoît Rottembourg (INRIA) et Clara Pascal (Université Paris Panthéon Assas). L'auteur remercie également la revue et ses rapporteurs pour la pertinence des remarques et recommandations sur une première version de cet article.

compréhension par les firmes de la situation d'interdépendance stratégique qui est la leur et à l'identification progressive d'un point d'équilibre mutuellement profitable. Cependant, en l'absence de mise en œuvre de pratiques facilitatrices (transparence artificielle, échanges d'informations...), ces équilibres sont difficiles à atteindre en ce qu'ils supposent un processus de tâtonnement, une relative homogénéité des acteurs et un environnement stable et suffisamment lisible.

La littérature d'économie du droit de la concurrence a, de longue date, illustré ce point avec la notion de problème de l'oligopole (Posner, 1968). Dans des conditions d'interactions répétées entre des firmes appartenant à un oligopole étroit, un équilibre anticoncurrentiel, extrêmement difficile à sanctionner, peut émerger. À l'extrême, il n'est guère besoin de pratiques facilitatrices. Chacune des entreprises adopte un comportement rationnel sur une base individuelle conduisant, sinon à une collusion tacite, du moins à un parallélisme de comportement, conduisant dans les deux cas (l'un anticoncurrentiel, l'autre non) à un niveau de prix supraconcurrentiel.

La littérature sur les ententes basées sur les algorithmes dessine un paysage dans lequel ces équilibres anticoncurrentiels peuvent être plus fréquents et plus stables. Les algorithmes, dont l'usage par les firmes a été facilité par le développement des technologies numériques, permettraient d'identifier plus rapidement les points d'équilibres mutuellement profitables, raccourciraient ainsi les processus de convergence et rendraient également possibles une plus rapide identification d'une déviation par rapport à l'équilibre collusif et une plus prompte sanction des comportements susceptibles de déstabiliser la coordination. En effet, plus la détection et la réponse sont précoces, moins les déviations sont profitables et donc plus la collusion est robuste.

Ainsi le recours aux algorithmes permettrait d'étendre le périmètre de la collusion tacite et d'en accroître significativement la stabilité. Ces derniers permettraient également de mieux organiser ou superviser des ententes préexistantes ou encore d'être les supports de pratiques facilitatrices permettant de renforcer la transparence des marchés ou de produire des signaux facilitant l'identification des stratégies anticoncurrentielles.

Les algorithmes considérés sont ici principalement des algorithmes de prix pouvant prendre trois formes principales (OECD, 2023a) : les outils de surveillance des prix, les outils de révision automatique et dynamique et enfin les outils de personnalisation des prix. Si les

derniers ne sont pas encore significativement utilisés, le recours aux deux premiers est déjà nettement observé et peut favoriser les équilibres collusifs en rendant les interactions de marché plus lisibles et en permettant aux firmes de réviser plus rapidement et efficacement leurs stratégies.

Les algorithmes en cause ne se limitent cependant pas aux seuls algorithmes de prix. Les recours à des algorithmes de *revenue management* permet en effet de jouer simultanément sur les prix et sur le niveau de l'offre. Aux États-Unis, l'exemple des ententes consécutives à l'utilisation par des gestionnaires de parcs d'appartements résidentiels d'un tel algorithme, développé par un même éditeur de logiciel, témoigne de cette capacité à jouer simultanément sur les deux paramètres (Marty, 2024).

Un continuum d'ententes impliquant des algorithmes pourrait être esquissé. Le premier type d'entente algorithmique correspond à des ententes qui existaient précédemment mais dont le fonctionnement est confié à un algorithme (1). Le deuxième scénario anticoncurrentiel correspond à des ententes facilitées par la présence d'un algorithme accessible aux différents acteurs du marché (2). Le troisième scénario est celui d'ententes dissimulées par l'utilisation de différents algorithmes par les firmes, qui produisent cependant des signaux permettant d'échanger des informations (3). Le quatrième scénario est celui d'ententes initiées par des algorithmes d'apprentissage automatique mis en œuvre par chacune des firmes concurrentes (4). Cet ensemble présente des pratiques d'un degré de sophistication croissant reposant sur un degré d'autonomie des algorithmes également croissant. Pour autant, comme nous le verrons, les pratiques considérées sont parallèlement de moins en moins aisées à observer dans les marchés réels selon leur sophistication mais également à sanctionner sur la base des règles de concurrence.

Au sein du continuum d'ententes algorithmiques décrit *supra*, le plus exigeant, celui de la *bot-led collusion*, est celui qui a suscité des controverses dans la littérature dans les champs des sciences économiques, juridiques et computationnelles. Introduit par l'ouvrage séminal d'Ezrachi et Stucke (2016), il s'agit d'un scénario dans lequel un équilibre collusif est découvert par des algorithmes d'intelligence artificielle (ci-après IA) par l'intermédiaire d'un apprentissage machine autorenforçant. Ce scénario a rencontré l'intérêt des économistes car il correspond à un risque concurrentiel identifié de longue date, celui de la collusion tacite que nous avons mentionnée *supra*.

En fait, il convient de distinguer les cas 1 à 3, du cas 4. Dans les trois premiers cas de figure, l'algorithme facilite la mise en œuvre d'une pratique anticoncurrentielle qui existerait sans lui et qu'il n'a pas initiée. Dans le dernier, des algorithmes initialement différents les uns des autres apprennent spontanément à coopérer. En d'autres termes, ils découvrent au fil de leur apprentissage que la maximisation du profit individuel suppose l'atteinte d'un point focal qui satisfait l'ensemble des firmes présentes sur le marché. La compréhension du marché garantie par les algorithmes (sens du terme *intelligence* en anglais) conduit à des prédictions de plus en plus convergentes au fil des décisions autonomes d'exploration et d'exploitation prises par les algorithmes. Ce n'est que dans le scénario 4 que l'intelligence artificielle entre véritablement en jeu ; dans les trois premiers il n'est essentiellement question que d'algorithmes traditionnels.

La plausibilité que des algorithmes d'IA autonomes différents les uns des autres et ne communiquant pas, d'une façon ou d'une autre, réussissent à atteindre de tels équilibres et à s'y maintenir a fait l'objet d'intenses discussions. Schwalbe (2018) considérait ce scénario comme tenant au moins partiellement d'une *legal sci-fi*. Pour Agrawal, Gans et Goldfarb (2019, p. 12) citant Hal Varian, la collusion algorithmique peut être considérée comme une « *economist catnip, interesting and fun but unlikely to be of first-order importance* ». Enfin, Ittoo et Petit (2017) tenaient l'identification d'un tel point focal comme peu réaliste et comme intrinsèquement précaire.

Cependant, dans le champ des sciences économiques, de nombreuses contributions ont montré que ces schémas collusifs étaient envisageables, comme Calvano et ses coauteurs au travers de simulations numériques – pour qui les algorithmes étudiés se caractérisaient par une « *stubborn propensity to collude* » (Calvano *et al.*, 2020, p. 3268) –, ou encore observables dans certains marchés, comme en atteste le cas des stations-services des autoroutes allemandes analysé par Assad *et al.* (2024). Pour autant, ces évaluations font encore l'objet de discussions dans la littérature, notamment quant aux durées de convergence ou quant à la difficulté de distinguer entre phénomènes collusifs et élévations parallèles des prix du fait du fonctionnement même des algorithmes (Bichler, Durmann et Oberlechner, 2025).

Pour autant, le risque pour l'intégrité du jeu concurrentiel (au-delà même de la qualification du phénomène comme une entente anticoncurrentielle) ne saurait être écarté. Le recours à des décisions de prix guidées par les algorithmes par l'ensemble des acteurs du marché

peut entraîner des élévations parallèles de prix au-delà des niveaux concurrentiels (Brown et MacKay, 2023) pouvant conduire à une défaillance structurelle de la concurrence. L'incapacité d'établir *ex post* des infractions aux règles de concurrence et d'y remédier pourrait pousser à des interventions *ex ante*, comme le suggère le rapport remis à la Commission européenne par Mario Draghi l'automne dernier avec la proposition d'un nouvel instrument concurrentiel (Draghi, 2024).

Nous nous proposons de présenter ces différents schémas collusifs, qu'ils soient avérés, suspectés ou simplement hypothétiques pour l'heure, et de tracer dans une perspective d'économie du droit de la concurrence quelles pourraient être les pistes de détection d'éventuelles ententes et de prévention. La suite de l'article se structure comme suit.

Une première partie présente l'appréhension économique des ententes anticoncurrentielles en s'attachant notamment à leur typologie, à leur intensité et à leur impact sur la concurrence tant à court qu'à long terme. Elle insiste sur le cas particulier des collusions tacites et des conditions dans lesquelles celles-ci peuvent apparaître et être pérennisées.

Une deuxième partie présente les cas où des algorithmes sont mis en œuvre pour implémenter des ententes anticoncurrentielles qui pourraient exister sans eux. Les algorithmes sont alors un outil permettant un fonctionnement plus efficace de l'entente. Ils permettent également de prolonger ses effets en facilitant la détection précoce de déviations et la mise en œuvre rapide de sanctions qui en réduisent significativement la rentabilité. Les algorithmes peuvent enfin être utilisés comme structure support d'une entente dans une logique de collusion en étoile (collusion de type *hub and spoke*).

Une troisième partie s'attache à la situation dans laquelle des algorithmes concurrents pourraient initier d'eux-mêmes une collusion anticoncurrentielle sans avoir reçu d'instruction en ce sens et sans pouvoir établir entre eux d'autres formes de communication qu'une logique de récompenses et représailles qu'ils auraient également initiée d'eux-mêmes. Il s'agit de présenter successivement les résultats de la littérature allant dans le sens de la confirmation de cette hypothèse et ceux discutant leurs conditions de validité.

Une quatrième partie considère successivement les possibilités de sanctionner de telles pratiques sur la base des règles de concurrence et les autres types d'ententes algorithmiques qui sont susceptibles

d'apparaître au travers de manipulations de l'algorithme d'une firme concurrente, soulevant de nouveaux enjeux en termes de sanction au titre de la répression des pratiques anticoncurrentielles et en termes de mesure de régulation *ex ante*.

Une dernière partie présente quelques éléments de conclusion.

1. Économie des ententes avant l'ère des algorithmes

Les ententes permettent à des firmes concurrentes sur le même marché pertinent ou intervenant le long de la même chaîne de valeur d'échapper aux contraintes concurrentielles. Elles peuvent, en limitant la concurrence en prix, réaliser des marges qu'elles ne pourraient générer dans des conditions normales de marché et en coordonnant leurs comportements répondre aux problèmes liés à la situation d'incertitude radicale propre aux interactions concurrentielles. Pour autant, toute entente n'est pas tenue comme anticoncurrentielle en elle-même. Elle peut trouver une justification objective et donc être autorisée par les autorités de concurrence (après notification) dès lors qu'elle est nécessaire à la réalisation d'objectifs d'intérêt général (innovation, protection de l'environnement...) et qu'elle induit une restriction de concurrence proportionnée. Dès lors qu'une entente a pour objet (ou pour effet) d'écarter toute pression concurrentielle au seul bénéfice des firmes concernées et porte donc préjudice au consommateur et à la concurrence tant à court terme qu'à long terme, elle est qualifiée d'injustifiable et est donc sanctionnée par les règles de concurrence.

En fonction du degré de formalisation de l'accord entre les firmes, il peut être possible de tracer un continuum entre cartels, ententes, pratiques concertées, voire équilibres de collusion tacite. Communément la sévérité des sanctions est plus forte pour ces pratiques que pour les abus de position dominante. Entre 1990 et avril 2025, la Commission européenne a prononcé un cumul de 32,6 milliards d'euros d'amende contre les firmes impliquées². Les sanctions les plus élevées ont porté sur le cartel des poids lourds (2016-2017 pour un montant cumulé de 3,8 milliards d'euros), le cartel sur le Forex (2019-2021 pour 1,41 milliard), celui sur les tubes cathodiques (1,41 milliard en 2012) et

2. Voir les statistiques relatives aux cartels fournies par la DG Concurrence (données à jour au 1^{er} avril 2025) : https://competition-policy.ec.europa.eu/antitrust-and-cartels/cartels-cases-and-statistics_en?prefLang=fr

le cartel sur les produits dérivés de taux d'intérêt sur l'euro (décisions échelonnées de 2013 à 2021 pour un montant de 1,3 milliard).

Les cas cités *supra* correspondent aux seules décisions de la Commission européenne. Les ententes anticoncurrentielles peuvent également être sanctionnées par les autorités de concurrence des États membres³. À un niveau global, une évaluation a été récemment réalisée par Connor et Lande (2023). Ces derniers ont exploité une base de données regroupant les décisions et rapports des autorités de concurrence au niveau mondial entre 1990 et 2018. Les 976 cas sanctionnés pour lesquels les données sont disponibles témoignent d'une forte proportion de produits intermédiaires (à hauteur de 56 %) conduisant à un dommage indirect aux consommateurs (les hausses de prix étant souvent répercutées dans les produits finis) mais également d'une part croissante des ententes portant sur des biens et des services vendus directement aux consommateurs. Dans les deux cas, le cartel a, à court terme, l'impact d'une taxe régressive et à long terme un effet négatif sur la dynamique concurrentielle.

En moyenne, une entente se traduit par un surcoût de 23 %. Celles qui portent directement sur les prix sont plus nocives que celles qui portent sur la répartition des marchés (25 % contre 18,30 % en termes de hausse de prix). Rappelons que les ententes sur les prix ne constituent qu'une forme parmi d'autres d'ententes anticoncurrentielles. Les ententes peuvent porter sur la limitation des progrès technologiques ou celle d'une concurrence par la qualité⁴, sur la restriction de l'offre⁵, sur la répartition des marchés (au travers de mécanismes d'offres de couverture notamment⁶) ou encore sur des pratiques de boycott⁷ ou d'entraves concertées à l'entrée de concurrents⁸.

3. Par exemple, l'Autorité de la concurrence française a sanctionné en décembre 2024 une entente horizontale et verticale entre constructeurs et distributeurs d'appareils électroménagers : « Décision n° 24-D-11 du 19 décembre 2024 relative à des pratiques mises en œuvre dans le secteur de la fabrication et de la distribution d'appareils électroménagers ».

4. Voir « Décision n° 23-D-15 de l'Autorité de la concurrence en date du 29 décembre 2023 relative à des pratiques dans le secteur de la fabrication et la vente de denrées alimentaires en contact avec des matériaux pouvant ou ayant pu contenir du bisphénol A ».

5. Voir par exemple « Décision n° 24-D-10 de l'Autorité de la concurrence du 4 décembre 2024 relative à des pratiques mises en œuvre dans le secteur du transport aérien de passagers inter-îles (dans les Antilles) ».

6. « Décision n° 23-D-08 de l'Autorité de la concurrence relative à des pratiques mises en œuvre dans le secteur des prestations de services d'ingénierie, de maintenance, de démantèlement et de traitement des déchets pour des sites nucléaires ».

7. « Décision n° 23-D-09 de l'Autorité de la concurrence du 26 septembre 2023 relative à des pratiques mises en œuvre dans le secteur de la distribution des jeux de hasard ».

8. « Décision n° 22-D-02 de l'Autorité de la concurrence du 13 janvier 2022 relative à des pratiques mises en œuvre dans le secteur des huissiers de justice ».

La détection des ententes anticoncurrentielles dépend souvent de l'accès à des éléments de preuve matériels. S'il peut exister des configurations de prix ou de propositions dans des appels d'offres conduisant à des suspicions d'ententes, le succès des actions des autorités dépend souvent de facteurs internes aux ententes. Une abondante littérature a été développée sur la question de l'instabilité intrinsèque de ces équilibres. Si l'ensemble des firmes concernées améliore sa position au travers de l'entente par rapport à une situation de concurrence, la stratégie individuellement la plus profitable est de dévier par rapport à la situation collectivement profitable. Ce phénomène explique le relatif succès des programmes de clémence et les phénomènes de disparitions spontanées des ententes.

Pour autant, les analyses empiriques témoignent d'une stabilité significative des ententes (Harrington et Wei, 2017). Celle-ci peut être expliquée par un ensemble de facteurs exogènes et endogènes à la coordination inter-firmes. L'évaluation réalisée par Connor et Bolotova (2012) conduit à estimer la durée moyenne des ententes entre 5 et 6 ans et le nombre de leurs participants de 7 à 8. Un premier facteur de stabilité peut tenir à la profitabilité même de l'entente. Dans une perspective de dissuasion, dès lors que l'espérance mathématique de sanction est inférieure au surprofit lié à la violation des règles de concurrence, si la sanction encourue est trop faible (elle est de surcroît basée sur le volume des ventes concernées par l'entente et non sur le gain réalisé) et si la probabilité de détection est faible (elle est généralement estimée entre 10 et 20 %, voir sur ce point Connor et Lande (2023)), alors le niveau de sanction pourrait être tenu pour sous-optimal (se reporter à Connor et Lande (2012)).

Un deuxième facteur de stabilité tient à des paramètres endogènes. Ils se distribuent essentiellement en trois ensembles (Kwoka, 2024). Le premier tient au fait que l'entente peut être profitable tant au point de vue collectif qu'individuel. Il en est par exemple ainsi des ententes consistant en l'érection de barrières à l'entrée. Le deuxième ensemble de paramètres tient à la nature répétée des interactions entre les firmes. Si l'interaction est ponctuelle, trahir (maximiser son profit individuel au détriment du profit joint) est une stratégie gagnante. Cependant dès lors que le jeu est appelé à être répété sur une longue période dont on ne connaît pas le terme, la stratégie coopérative redevient dominante. Le troisième ensemble de paramètres est lié au comportement adaptatif des firmes. Plus le marché est transparent, plus les ajustements des stratégies sont rapides et moins la déviation sera payante à

titre individuel. La création d'une transparence artificielle, la mise en place de dispositifs de révélation fiables et rapides d'informations ou encore l'accélération des possibilités de révision des stratégies de prix et d'offres contribuent à stabiliser les ententes. Les algorithmes utilisés par les firmes jouent sur l'ensemble de ces paramètres.

Nous proposons dans notre prochaine section de considérer plus spécifiquement les quatre scénarios d'ententes anticoncurrentielles.

2. Des capacités collusives augmentées : les trois premiers types d'ententes

Les trois premiers scénarios répondent à des cas pour le moins connus en économie et droit de la concurrence.

Dans le premier cas, l'algorithme met en œuvre un cartel en coordonnant l'action des firmes, en détectant voire en sanctionnant les déviations (comptable et tueur à gages). Il est alors nécessaire de partager un algorithme ou de coordonner les algorithmes des firmes concurrentes pour les conduire à agir de concert.

Dans le deuxième cas, des firmes utilisent un même algorithme pour mettre en place une collusion en étoile, *i.e.* une entente de type *hub-and-spoke*⁹. Elles peuvent également parvenir à un tel résultat au travers de leurs choix indépendants mais successifs en matière d'externalisation de la conception, voire de la mise en œuvre de leur politique de prix, à un développeur d'algorithmes.

Dans le troisième cas, des firmes utilisent leurs algorithmes pour émettre des signaux qui fonctionnent comme des communications unilatérales ou de la création d'une transparence artificielle. Dans le langage des règles antitrust, ces initiatives reviennent à des offres de collusion.

Ces trois cas sont complexes en termes techniques et juridiques, et le sont de façon croissante au regard des algorithmes utilisés, mais font écho à une pratique décisionnelle et à des standards bien établis. Les

9. Une collusion en étoile (*hub-and-spoke conspiracy*) désigne une entente dans laquelle les concurrents horizontaux sur un même marché pertinent n'échangent pas d'informations entre eux ou ne créent pas de transparence artificielle mais transmettent des données très fines sur leurs activités et leurs prévisions à une entité non active sur le marché située en surplomb qui va les traiter, les agréger et les retransmettre à l'ensemble des entreprises participantes. Si ces données ne portent que sur les activités passées et si elles sont très agrégées, il n'y a pas de problème concurrentiel en soi. Les choses sont différentes si les firmes peuvent s'identifier mutuellement et si les données portent sur des dimensions stratégiques pour leurs actions futures.

algorithmes peuvent être utilisés pour rendre les ententes plus efficaces, plus rapides ou encore plus discrètes mais ces ententes existeraient sans eux. Attachons-nous successivement à ces trois types d'ententes et donc au rôle que peuvent y jouer les algorithmes au titre d'instruments de facilitation. En effet, dans l'ensemble de ces cas l'algorithme ne crée pas l'entente : il la facilite mais n'en est pas à l'origine ; l'entente existerait sans lui, il ne fait que remplacer (de manière plus efficace) une intervention humaine. Cela revient à la formule « *Let's just change the terms of the hypothetical slightly to understand why. Everywhere the word "algorithm" appears, please just insert the words "a guy named Bob"* » (Ohlhausen, 2017).

2.1. L'entente mise en œuvre au travers d'un ou plusieurs algorithmes coordonnés

Il s'agit ici d'un cas de figure assez simple en termes concurrentiel : un accord de volontés existe, l'algorithme est développé et mis en œuvre pour le matérialiser. Pour reprendre les termes employés par l'Autorité de la concurrence et le Bundeskartellamt dans leur note commune (2019), les algorithmes en cause exécutent des volontés humaines de colluder.

Les algorithmes en question peuvent coordonner les prix des firmes concurrentes (voir le cas *Topkins* aux États-Unis en 2015, *Trod* au Royaume-Uni en 2016 et *Dyball* en 2019¹⁰) ou assurer un rôle de surveillance du marché en permettant de détecter et de sanctionner rapidement les déviations par rapport à l'équilibre collusif, action indispensable à la stabilité de la collusion, ce qui était le cas des firmes de matériel hi-fi sanctionnées par la Commission européenne en juillet 2018 pour avoir mis en place une double entente horizontale et verticale qui passait par la segmentation (et répartition) des marchés entre elles et la surveillance de la conformité des politiques de prix des distributeurs afin de ne pas mettre en cause sa stabilité. Ces accords

10. Dans le cas *Dyball*, deux fournisseurs de gaz sur le marché britannique s'entendirent pour ne pas cibler leurs clients respectifs (entente par répartition des marchés). Pour mettre en œuvre cet arrangement, ils demandèrent à un développeur de mettre en place un système d'identification des consommateurs au niveau des compteurs permettant de prévenir toute action commerciale visant les clients du concurrent avec lequel l'accord avait été passé. Les deux entreprises furent sanctionnées par le régulateur sectoriel (qui applique au Royaume-Uni les règles de concurrence dans le secteur dont il a la responsabilité) et le développeur fut également sanctionné comme facilitateur. Voir <https://www.ofgem.gov.uk/publications/decision-impose-financial-penalties-economy-energy-e-gas-and-electricity-and-dyball-associates-following-investigation-infringement-chapter-i-competition-act-1998>

passaient par une surveillance automatisée des prix pratiqués et la mise en place d'ajustements instantanés des prix pour sanctionner d'éventuelles déviations¹¹.

2.2. L'entente organisée par le recours à un algorithme commun

Ce type d'ententes peut être relié à la notion d'association d'entreprises tant en droit de la concurrence que dans la théorie des jeux coopératifs. Un schéma de collusion en étoile peut advenir dès lors que des firmes concurrentes s'en remettent à un seul algorithme développé et opéré par un acteur tiers pour déterminer leurs prix (et leurs stratégies). Elles peuvent éventuellement mettre à la disposition dudit acteur tiers des données privées pour entraîner l'algorithme.

Plusieurs configurations peuvent correspondre à ce type d'entente.

Une première configuration correspond à l'utilisation du même algorithme de tarification que ses concurrents et requiert de transmettre à l'entreprise développeuse toutes ses données. Ce faisant, les prescriptions tarifaires seront « informées » de toutes les données en possession de tous les concurrents, situation qui ne pourrait être atteinte dans le cadre d'une entente traditionnelle. Les procédures américaines dans les cas *RealPage* pour l'immobilier locatif¹² ou ceux des hôtels de Las Vegas (*Rainmaker*)¹³ correspondent à ce cas de figure (Marty, 2024). Le scénario anticoncurrentiel est d'autant plus facile à construire que le respect des consignes algorithmiques faisait l'objet d'un étroit contrôle. Dans ces différents cas, les firmes confient leurs politiques de prix (de façon décentralisée) à un même algorithme de prix. Deux caractéristiques de cette délégation vont dans le sens d'une pratique concertée. D'abord, des données privées sont transférées par chaque firme vers ce même algorithme pour son entraînement (données historiques) et pour son fonctionnement (données observées). Ensuite, les firmes suivent les recommandations de prix données par ces algorithmes sans pouvoir s'en écarter, sauf à devoir s'en justifier, ou en étant signalées si elles le font¹⁴.

11. Voir la décision de la Commission européenne dans le cas *Denon and Marantz* cité *supra* : « *Price monitoring and adjustment software programmes may multiply the impact of price movements. Consequently, by closely monitoring the resale prices of its retailers and intervening with the few lowest pricing retailers to get their prices increased, D&M Germany and D&M Netherlands could avoid price erosion across, potentially, its entire (online) retail network* » (§95).

12. *RealPage, Inc., Rental Software Antitrust Litig.* No. 3:23-MD3071 (M.D. Tenn. Nov. 15, 2023).

13. Case 1:23-cv-02536-KMW-EAP Document 96-2 Filed 03/28/24; *Cornish-Adebiji v. Caesars Entertainment*, US District Court (New Jersey), Statement of Interest DoJ and FTC.

Une deuxième configuration correspond à l'utilisation d'un algorithme commun produisant des signaux à destination des firmes dès lors que celles-ci prennent des décisions susceptibles de déstabiliser un équilibre collusif. C'est non seulement le cas de RealPage cité *supra* mais également celui au niveau européen de l'affaire Eturas¹⁵. Dans celle-ci, des agences de voyages concurrentes utilisaient un même algorithme qui ne contraignait pas leurs prix mais qui organisait implicitement une concordance des volontés en leur signalant que leurs politiques de remises s'écartaient des pratiques « recommandées »¹⁶. La coopération entre les firmes participantes à une collusion peut passer par un ensemble de dispositifs formels ou informels de nature à stabiliser les anticipations et à cadrer leurs comportements respectifs. Il s'agit en l'espèce d'une logique de *nudge* poussant les firmes à agir non pas dans le sens de l'intérêt général, loin s'en faut, mais dans celui de l'ensemble des firmes concernées.

Une troisième configuration est celle du recours exclusif de toutes les firmes à une même plateforme d'intermédiation pour accéder au marché. Dans des conditions spécifiques, celle-ci pourrait être en situation de déterminer les prix et même de répartir les marchés¹⁷.

14. Dans le cadre de la plainte déposée par l'Attorney General du district de Columbia, l'entente est caractérisée comme suit : « *RealPage and defendant landlords agree to delegate rent-setting authority to RealPage, which enforces compliance* » (§56). Le caractère normatif de la recommandation est caractérisé dans le cas d'espèce par une fonction « auto-pilot » (« *a software feature that automatically accepts rents generated by the [revenue management] software* » (§61)) dont le fonctionnement conditionne toute variation à un accord préalable (« *most landlords cannot, on their own, charge rents other than those generated by RealPage's RM software – landlords can only "propose an override". The landlords must then provide a written business justification for why they wish to depart from the RealPage-generated term* » (§64)). Il est à relever que dans la pratique décisionnelle américaine la pratique concertée est caractérisée, que l'algorithme (ou le tiers auquel la définition des prix est déléguée) fixe le prix final de la transaction ou qu'il s'agisse d'un prix de départ à partir duquel des ajustements peuvent être réalisés. Voir notamment *In Re High Fructose Corn Syrup Antitrust Litig.*, 295 F.3d 651, 656 (7th Cir. 2002).

15. Arrêt de la Cour (cinquième chambre) du 21 janvier 2016 – « Eturas » UAB e.a. contre Lietuvos Respublikos konkurencijos taryba, affaire C-74/14.

16. Comme le note la Cour (§43 et 44) : « Si cette restriction n'empêchait pas les agences de voyages concernées d'accorder à leurs clients des remises supérieures à 3 %, elle impliquait toutefois l'accomplissement de formalités techniques supplémentaires pour le faire. De telles circonstances sont susceptibles de fonder une concertation entre les agences de voyages qui avaient connaissance du contenu du message en cause au principal, celles-ci pouvant être considérées comme ayant tacitement acquiescé à une pratique anticoncurrentielle commune, dès lors que les deux autres éléments constitutifs d'une pratique concertée, rappelés au point 42 du présent arrêt [une concertation et un comportement qui en découle sur le marché], sont également réunis. En fonction de l'appréciation des preuves par la juridiction de renvoi, une agence de voyages peut être présumée avoir participé à cette concertation à partir du moment où elle avait connaissance de ce contenu. »

17. Voir à ce sujet les conclusions de l'avocat général Szpunar présentées le 11 mai 2017 dans le cadre de l'affaire C-434/15 Asociación Profesional Elite Taxi contre Uber Systems Spain SL : « L'emploi par les concurrents du même algorithme pour calculer le prix n'est pas en soi illégal, mais pourrait susciter des préoccupations en ce qui concerne le *hub-and-spoke conspiracy* lorsque le pouvoir de la plateforme augmente. »

Des procédures contre Uber¹⁸ ont pu être initiées sur cette base tant aux États-Unis qu'en Inde (Mendelsohn, 2020). Au-delà du cas de l'utilisation d'une même plateforme d'intermédiation, des firmes concurrentes pourraient recourir à un développeur tiers pour favoriser l'émergence d'un équilibre collusif, ce d'autant plus que le prestataire joue un rôle qui va au-delà de la mise à disposition d'un algorithme, en l'espèce sa mise en œuvre (externalisation de la politique de prix), et que la concurrence dans le marché des développeurs est faible (Harrington, 2022).

De nombreuses procédures ont en effet été ouvertes quant à l'utilisation de plateformes d'intermédiation (chargées de l'appariement des offres et de la demande et de la définition des prix des transactions) ou à celle d'un algorithme commun de prix¹⁹. Ces pratiques peuvent être poursuivies sur la base d'une collusion en étoile. Le *hub*, en l'espèce, n'est pas un bureau de statistique ou une association professionnelle placée au-dessus (et donc en dehors) du marché mais un algorithme. Ce point est souligné dans le cadre de l'affaire des hôtels de Las Vegas par le Statement du DoJ et de la FTC : « *The alleged purpose of the hotel pricing algorithm is to act as a "shared pricing agent for all the Casino-Hotel Defendants and hence to make such communications unnecessary ; that is, the competitors can more efficiently communicate with the algorithm provider instead of communicating directly with multiple competitors. So long as the algorithm provider and its competitor clients are connected through this common agent in "a unity of purpose or a common design and understanding Lifewatch Servs. Inc. v. Highmark Inc., 902 F.3d 323, 333 (3d Cir. 2018), they are acting in concert.* »

2.3. L'entente passant par la création d'une transparence artificielle

La logique à l'œuvre tient moins ici de l'accord de volonté que des pratiques concertées. Il s'agit de mettre en œuvre un moyen de coordination entre les firmes. L'entente est caractérisée par le fait que le contact (direct ou indirect) permet de révéler à ses concurrents ses intentions et/ou d'influencer les leurs²⁰. Une telle collusion peut résulter d'une décision unilatérale d'une des firmes de rendre son algorithme de

18. Meyer v. Kalanick, 174 F. Supp. 3d 817, 824-25 (S.D.N.Y. 2016).

19. Suivre les prescriptions d'un même algorithme est considéré dans la pratique décisionnelle américaine comme équivalent à suivre la même formule de prix que ses concurrents. Voir *United States v. Socony-Vacuum Oil Co.*, 310 U.S.150, 224 n.59 (1940).

20. Voir dans la pratique décisionnelle européenne *Suiker Unie and Others vs. Commission*, 16 décembre 1975, cas C407/3.

prix décriptable par ses concurrents de façon à ce que ceux-ci puissent caler leurs algorithmes sur le fonctionnement de ce dernier qui jouera donc un rôle de leader dans la coordination (Salcedo, 2015). Elle peut également résulter d'une transparence artificielle simultanément ou successivement mise en place par les firmes concurrentes.

Il convient de noter que le point d'équilibre de la coordination ne conduit pas inexorablement à un gain (anticoncurrentiel) réparti de façon équitable entre les firmes participant à la collusion. Une firme (relativement) dominante peut donner un signal en faveur d'un équilibre acceptable pour ses concurrentes mais la plaçant dans la position la plus favorable. Une répartition équitable ne pourrait sans doute être observée que dans le cas d'un oligopole étroit dans un secteur technologiquement mature avec des firmes aux fonctions de coûts proches et des produits très homogènes.

Les deux affaires *Airline Tariff Publishing Company (ATPCO)* américaine et brésilienne illustrent le rôle de *messenger* que peut jouer un algorithme quand il rend lisibles les stratégies futures de concurrents (OECD, 2023b). La conception du système d'information proposé aux différentes compagnies aériennes permettait à chacune des firmes utilisatrices d'accéder aux prix futurs envisagés par leurs concurrentes. Les réactions de toutes étant observables, chacune pouvait donc s'ajuster progressivement de façon transparente sans qu'aucune transaction ait lieu durant le processus de tâtonnement.

Les signaux de prix algorithmiques jouent le rôle des échanges d'informations ou des déclarations unilatérales (éventuellement successives) comme observés dans certains schémas collusifs (Thomas, 2019). Émettre un signal unilatéral ou même recevoir un tel signal de la part d'un concurrent est constitutif d'une pratique concertée aux yeux des pratiques décisionnelles concurrentielles européennes et américaines²¹. L'intérêt du signal algorithmique tient au fait qu'il peut être dissimulé par le foisonnement des prix en ligne²² vis-à-vis des consommateurs et des autorités de supervision des marchés. Il suffit que les concurrents sachent l'interpréter (Marty et Warin, 2024). Il peut de surcroît être peu coûteux pour la firme dans la mesure où il peut porter sur des annonces

21. La Cour suprême américaine a considéré dans *Interstate Circuit v US* (306 US 208. 1939) qu'une simple invitation à colluder suivie d'un comportement parallèle suffit à caractériser une pratique concertée : « *It was enough that, knowing that concerted action was contemplated and invited, the [competitors] gave their adherence to the scheme and participated in it.* »

sur des prix futurs sans engagements fermes ou il peut être émis de nuit à un moment où les ventes en ligne sont très faibles.

Le tableau *infra* présente une synthèse des pratiques basées sur les algorithmes mises en regard des pratiques collusives traditionnelles.

Bien que la littérature s'attache principalement aux algorithmes de prix, il convient de noter que ces exemples peuvent correspondre à des ententes portant sur la répartition des marchés ou sur des réductions parallèles de l'offre. Il en est ainsi pour la première catégorie des ententes via une plateforme d'intermédiation et des ententes par algorithmes communs de *revenue management*.

3. De l'algorithme facilitateur à l'algorithme initiateur : quels enjeux pour le droit antitrust ?

Dans un dernier cas, les algorithmes convergent spontanément vers un équilibre de collusion tacite qui n'aurait jamais pu être identifié sans eux et qui, dans le cas où il serait atteint, serait caractérisé par une forte instabilité. En d'autres termes, les algorithmes d'IA permettent d'obtenir une plus forte probabilité d'atteindre ces équilibres et même dans des marchés complexes dans lesquels ils n'auraient sinon jamais pu émerger. En effet, les conditions de la collusion tacite sont tellement drastiques que cet équilibre demeurerait pour les économistes une configuration de tableau noir. Cependant, même si la probabilité de réalisation d'un tel équilibre était tenue pour faible et que nul cas n'a été recensé dans la pratique décisionnelle récente, celui-ci a toujours été pris en compte en économie de la concurrence (Fabra et Motta, 2018).

22. Les prix en ligne sont sujets à un foisonnement des plus significatifs du fait des logiques de personnalisation des prix et de la mise en œuvre de modèles de tarifications dynamiques (Marty, 2019). Ils peuvent également être volontairement rendus moins transparents par les firmes sur la base d'une stratégie unilatérale d'exploitation au détriment des consommateurs (Ellison et Fisher-Ellison, 2009). Cependant, Fletcher (2023) montre que cette opacification peut également participer d'une logique coordonnée visant à réduire l'intensité de la concurrence en prix en jouant sur les biais comportementaux des consommateurs : « *Less attention has been given to the idea that, in the presence of demand-side behavioural biases, firms may be able to engage in an alternative form of collusion : collusion to dampen competition. For example, where consumers exhibit complexity aversion, competition might sometimes be expected to lead to simpler pricing structures and less obfuscation. But it may be in the joint interest of rival firms to agree to complexify their pricing and obfuscate more, to limit comparability between them and thus dampen competition. Indeed, such collusion may potentially be easier to achieve tacitly than conventional price-based collusion.* » Il s'agit alors d'instrumentaliser la complexité des signaux de prix pour renoncer à mettre en cause les parts de marché respectives en jouant sur l'inertie des consommateurs qui sont dès lors en situation d'incertitude quand il s'agit de comparer les offres et qui donc ont une forte probabilité d'opter pour le statu quo (aversion aux pertes, etc.). Voir également sur ce point Van Bos et Pot (2017).

Tableau 1. Comparaison des pratiques algorithmiques

Pratique algorithmique	Équivalent traditionnel	Cas observés dans la pratique décisionnelle
Entente mise en œuvre par le même algorithme ou des algorithmes coordonnés	Accord de cartel traditionnel horizontal ou vertical avec supervision des conduites et mécanisme de sanctions en cas de déviations	Ententes horizontales Topkins ^a (2015), États-Unis et Trod ^b (2016), Royaume-Uni OFGEM/ Dyball ^c (2019), Royaume-Uni Ententes verticales Cas Asus, Denon and Marantz ^d et autres (2018), UE
Collusions en étoile – Utilisation d'un même algorithme avec mise en commun des données – Utilisation d'un algorithme « signalant » d'éventuelles déviations par rapport à un équilibre collusif – Utilisation exclusive et commune d'une plateforme d'intermédiation	Collusions en étoile – Barèmes établis par des associations professionnelles ^e – Ententes facilitées par l'intervention d'un organisme tiers ^f – Utilisation de méthodes de type clients mystères, offres « Trouvez moins cher ailleurs, on vous rembourse dix fois la différence » ^g	Collusion via une application Uber (2015 États-Unis ^h , et (2018) Inde ⁱ et Brésil ^j) Remonts ^k (UE, 2016) Hôtels de Las Vegas (plainte Nevada, États-Unis, 2023) ^l RealPage (plainte DC, États-Unis, 2023) ^m
Collusion par signaux – Émission de signaux de prix scintillants – Transparence algorithmique artificielle	Collusion par signaux Déclarations unilatérales (successives ou non)	Signaux de prix permettant de détecter les offres d'une firme donnée dans des enchères électroniques Marché de gros de l'électricité, MSA (Alberta, Canada, 2013) ⁿ Défauts volontaires permettant de déceler les stratégies futures des concurrents Cas ATPCo (1994 ^o , États-Unis et 2004, Brésil ^p) Signal de déviation Cas Eturas (2016, UE) ^q

a. <https://www.justice.gov/atr/case/us-v-david-topkins>b. <https://www.gov.uk/cma-cases/online-sales-of-discretionary-consumer-products>c. <https://www.ofgem.gov.uk/publications/ofgem-finds-e-gas-and-electricity-economy-energy-and-dyball-associates-breach-competition-law>

d. Décision de la Commission européenne du 24 juillet 2018, AT.40469.

e. Voir Autorité de la concurrence, décision n° 19-D-19 du 30 septembre 2019 relative à des pratiques mises en œuvre dans le secteur des prestations d'architecture.

f. Arrêt du Tribunal du 8 juillet 2008, AC-Treuhand AG v Commission, T-99/04.

g. Voir Conseil de la concurrence, décision n° 07-D-50 du 20 décembre 2007 relative à des pratiques mises en œuvre dans le secteur de la distribution de jouets.

h. Meyer v. Kalanick, 174 F. Supp. 3d 817, 823-25 (S.D.N.Y. 2016).

i. Décision de la CCI (Competition Commission of India) du 6 novembre 2018 rejetant les allégations de cartellisation par l'intermédiaire de plateformes d'intermédiation (Ola et Uber), confirmée par la Cour suprême indienne le 15 décembre 2000.

j. Administrative proceeding No. 08700.008318/2016-29, CADE (autorité de concurrence brésilienne).

k. Cour de justice, arrêt du 21 juillet 2016, SIA « VM Remonts » (formerly SIA « DIV un KO ») and Others v Konkurencias padome, aff. C-542/14.

l. Voir Gibson *et al.* v. MGM Resorts, US District Court, Nevada, 11 July 2023.m. District of Columbia v. Real Page *et al.*, November 1, 2023.n. Voir Brown et Eckert (2022) pour une analyse de la collusion par signal dans le cas d'espèce et Brown *et al.* (2023) pour une présentation spécifique des signaux utilisés pour permettre une identification mutuelle des firmes productrices participant aux enchères.o. <https://www.justice.gov/atr/final-judgment-us-v-airline-tariff-publishing-company-et-al>

p. Décision rendue par le CADE en septembre 2004, voir OECD (2023b).

q. Cour de justice, arrêt du 21 janvier 2016, aff. C-74/14.

Cela apparaît notamment au travers de la notion d'effets coordonnés dans le cadre du contrôle des concentrations. Ce risque avait par exemple été central dans la décision de la Commission dans le cadre du projet de fusion Airtours-First Choice en 1999 et dans son annulation par le Tribunal de première instance des Communautés européennes en 2002 sur la base de l'instabilité intrinsèque d'une possible collusion tacite au regard de la turbulence du marché et de la difficile interprétabilité de sa dynamique²³, ainsi que de la possibilité de mettre en œuvre des mécanismes de rétorsion suffisamment rapides pour être dissuasifs.

Si cette possibilité a longtemps été vue comme théorique, des travaux récents dans le champ des sciences économiques et computationnelles ont montré qu'elle pouvait effectivement advenir du fait des interactions entre algorithmes auto-apprenants. Le sens même de ces *bot-led collusions* est que des algorithmes indépendants mis en œuvre par des firmes concurrentes découvrent d'eux-mêmes les gains potentiels de la « coopération » sans qu'ils n'aient reçu l'instruction de colluder à un moment ou un autre. Il en va également ainsi des outils de fixation des prix mis en œuvre par des vendeurs indépendants sur des places de marché (Johnson, Rhodes et Wildenbeest, 2023).

Les outils fournis par les opérateurs de plateformes conduisent à des ajustements automatiques aux variations baissières de prix des concurrents mais ouvrent également la possibilité de redéfinir le prix périodiquement. C'est par exemple le cas sur la place de marché d'Amazon avec l'API MWS qui permet de mettre en place des règles de réponse automatique aux variations baissières des prix des concurrents, mais également un retour automatique à un niveau donné quand un seuil est atteint. Cela donne économiquement un mécanisme de tâtonnement de type déviation/sanction qui conduit à un retour à un point d'équilibre dans le cadre d'une interaction oligopolistique (Green et Porter, 1984 ; Musolff, 2024). Cet équilibre peut relever d'un apprentissage spontané des algorithmes ou d'une logique de signal : en effet, les mécanismes de « *resetting* » peuvent en d'autres termes signaler aux autres membres de l'oligopole quel est le prix d'équilibre souhaité. Cette hypothèse est en partie confirmée par

23. « La requérante soutient que la volatilité de la demande rend plus difficile la démonstration de l'existence d'une position dominante collective dans la mesure où elle ajoute du "bruit" au marché en rendant plus difficile la distinction entre des variations de la demande occasionnées par la volatilité du marché et des augmentations de la capacité provoquées par des écarts par rapport à la ligne d'action commune. Une telle impossibilité de distinguer les deux types d'événements impliquerait clairement que toute tentative de collusion serait instable » (Tribunal, arrêt du 6 juin 2022, §134, cas T-342/99).

l'analyse faite par Musolff (2024) des outils algorithmiques proposés aux firmes qui insistent sur l'intérêt de mettre en œuvre de telles redéfinitions de prix à la hausse à des moments où les ventes sont faibles.

Nous allons successivement considérer deux dimensions : l'une portant sur les réponses réglementaires, l'autre relative à la discussion de la significativité sur les marchés de ce risque de collusion.

3.1. Quelles réponses concurrentielles au scénario de la *bot-led collusion* ?

Le problème induit par ces éventuels équilibres collusifs est qu'ils sont très difficiles à caractériser comme anticoncurrentiels. On ne peut sanctionner le parallélisme de comportement *per se*. On ne peut reprocher à une firme de s'ajuster le plus intelligemment possible aux informations (publiques) qu'elle peut acquérir en interprétant les signaux de marché. Le droit de la concurrence n'oblige pas les firmes à s'engager dans une guerre des prix. Sans pratique facilitatrice (communication, transparence artificielle, choix d'utiliser le même algorithme), la sanction est impossible.

Un paradoxe est cependant à relever : ces équilibres sont plus aisés à détecter par les autorités de concurrence qu'auparavant. Il suffit d'utiliser des outils d'IA pour détecter des schémas de prix anormaux. Ces méthodes existaient avant l'IA avec des méthodes économétriques permettant de mettre en évidence des offres de couverture dans les marchés publics, mais la fiabilité de la détection est maintenant plus forte et le coût de la supervision bien moindre (notamment dans la mesure où elle a moins besoin d'être sélective). Il est donc plus aisément possible que par le passé de détecter de tels équilibres suspects mais toujours aussi difficile de sanctionner, sauf à inverser la charge de la preuve en la faisant peser sur les entreprises mises en cause (De Cooman, 2023), ce qui poserait un problème, en retour, en matière de procès équitable.

Que pourrait-il se passer si toutes les entreprises concurrentes utilisaient ces outils du fait de leurs performances ? La concurrence pourrait être neutralisée par la capacité de chacune d'entre elles à anticiper parfaitement les stratégies de ses concurrentes. Des équilibres stables de collusion tacite pourraient apparaître dans certains marchés sans qu'on puisse les sanctionner. De la même façon, des ententes qui auraient nécessité la mise en place d'accords de cartels pourraient simplement passer par des interactions algorithmiques. En effet, pour

l'OCDE, le recours aux algorithmes pourrait élargir la zone grise entre la collusion et le parallélisme de comportement, seule la première étant illégale (OECD, 2017, p. 25).

Le risque est alors celui d'une défaillance structurelle de la concurrence contre laquelle les règles de concurrence ne pourraient rien en matière de dissuasion et de remédiation. La solution serait alors de nature réglementaire comme semblait l'indiquer le nouvel instrument concurrentiel (*New Competition Tool*, NCT) proposé par la Commission européenne en juin 2020 dans sa partie relative aux ententes qui n'a pas été reprise dans le Règlement sur les marchés numériques présenté en décembre 2020. Celle-ci visait notamment « les structures de marché oligopolistiques présentant un risque accru de collusion tacite, y compris les marchés caractérisés par une transparence accrue en raison de solutions technologiques basées sur des algorithmes²⁴ ». Cette notion de défaillance structurelle de marché est d'ailleurs connue de longue date en matière économique. Elle correspond à la controverse sur le « problème de l'oligopole » entre Richard Posner et Donald Turner dans les années 1960 (Mendelsohn, 2020).

Une collusion tacite peut en effet être le produit de décisions unilatérales rationnelles de firmes, lesquelles pourraient, dans une situation d'interdépendance stratégique, en interprétant leur environnement, identifier une stratégie mutuellement profitable et donc stable mais défavorable aux intérêts des consommateurs. Si l'environnement est très simple – un marché mature sans rupture technologique ou concurrentielle, relativement transparent –, les entreprises peuvent progressivement parvenir à un tel équilibre sans aucun échange d'information ni de communication unilatérale. Elles peuvent donc « comprendre » leur environnement et l'équilibre qui en résulte peut s'avérer aussi préjudiciable pour le consommateur que celui qui résulterait d'un accord de cartel. Richard Posner (1968) et Donald Turner (1962) s'opposèrent dans les années 1960 sur les réponses à y apporter (Lianos et Wagner von Papp, 2022). Richard Posner avait initialement défendu un assouplissement des règles de concurrence et avait été

24. « *Structural lack of competition refers to a scenario where a market is not working well and not delivering competitive outcomes due to its structure (i.e. a structural market failure). These include (i) markets displaying systemic failures going beyond the conduct of a particular company with market power due to certain structural features, such as high concentration and entry barriers, consumer lock-in, lack of access to data or data accumulation, and (ii) oligopolistic market structures with an increased risk for tacit collusion, including markets featuring increased transparency due to algorithm-based technological solutions (which are becoming increasingly prevalent across sectors)* » (EU Commission, Inception impact assessment, New Competition Tool, June 2020, Ref. Ares(2020)2877634).

critiqué²⁵ par Donald Turner pour lequel une approche moins exigeante en termes de standard de preuve juridique risquait de muer le juge appliquant les règles antitrust en régulateur des prix.

Le problème des solutions réglementaires tient au fait qu'elles impliquent de renoncer à des gains d'efficacité. Dans notre cas, elles pourraient conduire à ralentir l'apprentissage des algorithmes, à interdire aux firmes d'utiliser certains types d'algorithmes, voire de choisir les algorithmes d'éditeurs qui développent également des algorithmes pour leurs concurrents. Ces éventuelles mesures *ex ante* ont un coût collectif en termes de sous-optimisation des algorithmes et un coût individuel pour les entreprises qui y sont soumises. Cela revient aux arbitrages habituels que mettent en évidence les économistes dès lors qu'il est question de régulation : quels sont les coûts potentiels qui seront associés à la réglementation et quels seront les dommages allégués qu'elle permettra de prévenir ?

De tels raisonnements s'appliquent non seulement au jeu des algorithmes d'intelligence artificielle mais pourraient également être de mise dès lors qu'une entreprise choisit le même développeur que ses concurrents ou adopte, sous certaines conditions, la même plateforme que ces derniers. Le nombre d'interactions et la capacité prédictive des algorithmes jouent alors, tout comme la nature des données sur la base desquelles ils sont entraînés.

3.2. Un risque avéré ?

Suivant Calvano *et al.* (2020), le risque de collusion algorithmique est d'autant plus élevé que les algorithmes de Q-learning, *malgré* leur simplicité, apprendraient aisément à entrer dans un jeu de tâtonnement et de riposte graduée qui leur permettrait d'atteindre au fil de leurs interactions un équilibre de collusion tacite se traduisant par l'établissement de prix supraconcurrentiels, et ce, de façon résiliente vis-à-vis de chocs externes (venant d'une déviation de l'un des membres de l'oligopole ou d'un aléa). Cet équilibre serait de surcroît possible sans communication directe entre algorithmes et sans que ces

25. Les deux positions peuvent apparaître à front renversé si l'on considère la présentation habituelle de la controverse entre écoles de Harvard et de Chicago. La position de Richard Posner était cependant cohérente en termes chicogoans : ce qui est important dans une pratique ne tient pas à sa forme mais à son impact sur le bien-être du consommateur. Les vues de Donald Turner étaient également sous certains aspects très alignées avec l'approche de Harvard dans la mesure où ce risque oligopolistique s'expliquait pour lui par les structures mêmes des marchés considérés.

derniers aient besoin d'une connaissance préalable de l'environnement dans lequel ils interagissent²⁶.

Dans le cas des collusions initiées par les algorithmes, les dommages sont difficiles à estimer.

Premièrement, dans les simulations de Calvano *et al.* (2020), la convergence se fait après un nombre très élevé d'interactions²⁷. Un tel résultat ne plaide pas en soi pour écarter toute possibilité de collusion algorithmique par apprentissage autoreforçant dans des contextes de nombreuses révisions des prix en ligne, mais il pourrait réduire la probabilité d'occurrence de tels équilibres dès lors que des algorithmes différents sont utilisés et que les prix sont particulièrement foisonnants. Suivant Eschenbaum, Mellgren et Zahn (2022), l'origine des risques d'ententes algorithmiques est plus à rechercher dans le développement des algorithmes que dans leur déploiement²⁸. Notons qu'à l'inverse, pour Calvano *et al.* (2020, p. 3295), le recours à des algorithmes plus performants peut au contraire accélérer la vitesse de convergence.

Deuxièmement, dans les simulations de Calvano *et al.* (2020), les algorithmes sont remis à jour de façon synchrone, les résultats peuvent être discutés dès lors que le fonctionnement est supposé asynchrone (Asker, Fershtman et Pakes, 2024). L'apprentissage asynchrone correspond à un modèle dans lequel l'IA n'apprend que le résultat de l'action qu'elle a entreprise. À l'inverse, dans un apprentissage synchrone, l'IA effectue des contrefactuels pour connaître les rendements qu'elle aurait obtenus si elle avait entrepris une autre action.

26. « *The results indicate that, indeed, relatively simple pricing algorithms systematically learn to play collusive strategies. The algorithms typically coordinate on prices that are somewhat below the monopoly level but substantially above the static Bertrand equilibrium. The strategies that generate these outcomes crucially involve punishments of defections. Such punishments are finite in duration, with a gradual return to the pre-deviation prices. The algorithms learn these strategies purely by trial and error. They are not designed or instructed to collude, they do not communicate with one another, and they have no prior knowledge of the environment in which they operate* » (Calvano *et al.*, 2020, p. 3268).

27. « *So far we have focused on limit outcomes and strategies ; that is, on what the algorithms do once they have attained stable behavior. But convergence requires a very large number of periods, on the order of hundreds of thousands. Even if a "period" lasted just a few minutes, this would correspond to several years or more* » (Calvano *et al.*, 2020, p. 3292).

28. Eschenbaum, Mellgren et Zahn (2022, p. 13) montrent dans le cadre de leurs simulations qu'un choc dans un équilibre collusif est absorbé après plusieurs centaines de milliers d'itérations. Ce point est à mettre en perspective avec les simulations de Calvano *et al.* (2020, p. 3282) pour qui le mécanisme de *tit for tat* fonctionne effectivement : « *Clearly, the deviation gets punished. As Table 3 shows, in more than 95 percent of the cases the punishment makes the deviation unprofitable ; that is, "incentive compatibility" is verified. The dynamic structure of the punishment is very interesting. After an initial price war, the algorithms gradually return to their predeviation behavior. This pattern looks very different from the one that would be implied, for instance, by grim-trigger strategies.* »

Troisièmement, dans le travail d'Assad *et al.* (2024), une corrélation est observée et non une causalité. En outre, n'était-on pas dans un marché où un équilibre de collusion tacite pouvait déjà exister avant la mise en œuvre des algorithmes ? Le marché peut en effet être décrit comme un oligopole étroit avec barrières à l'entrée, des produits et structures de coûts exceptionnellement homogènes et une très forte transparence. De surcroît, l'observation porte sur l'élévation des prix après l'adoption et non directement sur une collusion²⁹.

La question peut se poser dès lors que des entreprises choisissent des algorithmes qui peuvent conduire à l'établissement de prix supra-concurrentiels sans que cette fixation ne s'accompagne de tout échange d'information ou de transparence vis-à-vis des concurrents. Non seulement cet équilibre ne répond pas aux critères de qualification des pratiques concertées mais l'élévation des prix peut correspondre à une meilleure compréhension des données du marché par chacun des algorithmes sans que ces derniers ne colludent *stricto sensu* (Harrington, 2018). En d'autres termes, l'élévation des prix et la capacité des entreprises à dégager un surplus additionnel ne signifient pas en soi qu'une entente anticoncurrentielle soit en cause. Les capacités additionnelles en matière de tarification personnalisée et de tarification dynamique pourraient expliquer ce phénomène (Brown et MacKay, 2023).

La collusion tacite ne pourrait être retenue que dans la mesure où les algorithmes apprendraient d'eux-mêmes à entrer dans un mécanisme de *tit for tat*, c'est-à-dire de récompenses et sanctions venant construire une coopération (Axelrod et Hamilton, 1981) au fil de leurs décisions d'exploration et d'exploitation... ou, au contraire, paradoxalement, qu'elle résulte d'algorithmes volontairement peu performants.

Une telle hypothèse est défendue par Abada, Lambin et Tchakarov (2024) pour lesquels des équilibres de prix supraconcurrentiels obtenus par Q-learning à l'instar de Calvano *et al.* (2020) n'ont que peu de chances de résulter d'une collusion tacite et d'un processus de tâtonnement. La tendance observée dans les simulations numériques basées sur des algorithmes de Q-learning serait, selon eux, propre au mode d'apprentissage de ces derniers. Ceux-ci réduiraient progressivement la part des décisions d'exploration au fil du temps. La part croissante des décisions d'exploitation par rapport aux décisions d'exploration expliquerait le phénomène de hausse parallèle des prix. Une analyse

29. « *These results show that market-wide algorithmic-pricing adoption raises margins, suggesting that algorithms reduce competition* » (Assad, Lambin et Tchakarov, 2024).

comparable peut être trouvée dans Banchio et Mantegazza (2023) : si les décisions d'exploration décroissent au fil du temps au profit des décisions d'exploitation, un équilibre de prix supraconcurrentiel peut émerger sans collusion. La convergence tiendrait alors d'une illusion d'optique³⁰. À l'inverse, des algorithmes plus performants ne présenteraient pas un tel profil d'apprentissage. C'est le cas des algorithmes de Q-learning synchrones tels que présentés précédemment (Asker, Freshtman et Pakes, 2024) et d'autres algorithmes d'apprentissage autorenforçant tels les CAC (*continuous actor-critic*). En d'autres termes, l'équilibre défavorable aux consommateurs, *i.e.* les prix supraconcurrentiels qui seraient à tort assimilés au résultat d'un schéma collusif (Deng, 2024), serait plus le fruit d'algorithmes peu performants que la résultante d'algorithmes sophistiqués, comme l'avaient noté Crandall *et al.* (2018).

Il convient alors de s'interroger sur la propension d'autres algorithmes à présenter de telles tendances apparemment collusives. Les algorithmes de Q-learning reposent sur des modèles d'apprentissage autorenforçant basés sur l'observation des stratégies des tiers (Deng, Schiffer et Bichler, 2024). D'autres algorithmes, notamment les algorithmes « bandits », sont plus souvent utilisés et pourraient également conduire à des équilibres de prix supraconcurrentiels qui pourraient être d'autant plus difficiles à caractériser comme anticoncurrentiels que les algorithmes concernés n'observent pas les stratégies des tiers mais évoluent en fonction de l'observation des gains associés à leurs décisions précédentes (Qu, 2024 ; Marty et Warin, 2025).

4. Discussion : quels outils de sanction et de prévention ?

Les algorithmes les plus simples augmentent la probabilité et l'efficacité d'ententes qui existeraient sans eux. On peut les nommer, en s'inspirant d'Ohlhausen (2017), « Bob le facilitateur ». Ils ne créent pas de ruptures dans la mise en œuvre des règles de concurrence. Que le dommage résulte d'une intervention humaine ou du jeu des algorithmes ne change rien en termes de qualification juridique³¹. Pour autant, ils accroissent les risques concurrentiels et complexifient leur sanction.

30. « *What we call a mirage effect : when their exploration rates decrease too rapidly, the algorithms remain trapped in a seemingly-collusive path* » (Abada, Lambin et Tchakarov, 2024, p. 928).

Nous ne considérerons dans notre discussion que les enjeux posés par des algorithmes plus complexes. Si les algorithmes d'apprentissage autonome peuvent effectivement permettre d'initier des collusions, comment prévenir « efficacement » les dommages potentiels si la régulation devait être la solution retenue ? Des remèdes *ex post* particulièrement exigeants ont été proposés dans la littérature (Gal, 2023). Ils tiennent en des dégradations de la performance des algorithmes (en introduisant du bruit, en ralentissant les vitesses d'intégration des observations, etc.). Quelle que soit leur efficacité potentielle, ils n'en impliquent pas moins un coût en termes d'efficacité économique qui peut conduire à expliquer l'attrait relatif des solutions *ex ante* (au-delà même de l'intérêt d'éviter à avoir à caractériser les équilibres de prix supraconcurrentiels comme résultant d'une entente anticoncurrentielle). Un risque de « faux positif » serait de considérer la mise en œuvre de tout algorithme de fixation de prix automatique basé sur un mécanisme d'apprentissage fondé sur l'observation des stratégies des concurrents comme anticoncurrentielle en soi (Mikroulea, 2025).

4.1. Comment prévenir « efficacement » les dommages potentiels si la régulation devait être la solution retenue ?

La sanction des pratiques de collusion tacite sur la base des règles de concurrence ne va pas de soi dès lors qu'il est difficile d'identifier des pratiques facilitatrices. C'est particulièrement le cas quand il s'agit de mettre en évidence des pratiques relevant de la catégorie d'échanges d'informations qui sont plus indirectes³² ou qui peuvent se dérouler en amont dans le cadre de l'entraînement des algorithmes et non plus seulement dans les interactions de marché.

31. Selon le DoJ : « Le fait que les prix soient fixés par l'utilisation conjointe d'un algorithme plutôt que par une personne ne fait aucune différence, tout comme le partage d'informations par le biais d'un service algorithmique devrait être traité de la même manière que le partage d'informations par courrier électronique, par télécopieur ou par une conversation en face-à-face. En d'autres termes, le fait que les entreprises mettent en œuvre un système de fixation des prix par le biais d'un algorithme ou d'une interaction humaine ne devrait pas avoir d'importance juridique. L'automatisation d'un système anticoncurrentiel ne le rend pas moins anticoncurrentiel » (Statement of interest du DoJ dans l'affaire RealPage (Case No. 3:23-MD-3071, 28 March 2024), notre traduction).

32. Il en est ainsi des outils de tarifications algorithmiques sur les places de marché en ligne, lesquels proposent des modèles d'ajustements automatiques des prix qui peuvent effectivement conduire à de tels équilibres collusifs. Notons de surcroît que ces mêmes outils algorithmiques peuvent tout autant être à l'origine de collusion par signal dès lors qu'ils procèdent à intervalle donné à des réinitialisations de prix qui peuvent être interprétées comme une proposition de point focal par les concurrents (Musolff, 2024, p. 20).

Si les entreprises étaient en mesure d'adopter des comportements parallèles en s'ajustant de mieux en mieux aux signaux de marché grâce aux algorithmes à leurs dispositions, il serait possible de craindre une défaillance structurelle de la concurrence appelant la mise en place de mesures de régulation *ex ante*. Mendelsohn (2020, p. 251) brosse un large tableau des solutions régulatrices possibles qui se distribuent en fonction de leur rigidité et des risques de pertes d'efficacité qui en résultent. L'avantage des règles antitrust par rapport aux réglementations *ex ante* tient principalement à leur plasticité et à leur capacité à être neutres en matière de technologie de collusion (Mekki, 2023).

Les solutions de régulation, quant à elles, peuvent aller de l'interdiction de mise en œuvre des algorithmes les plus susceptibles de colluder à des logiques de conformité (allant de modèles de régulation procédurale à l'utilisation de bacs à sable réglementaires). Une solution intermédiaire peut résider en une adaptation des règles de concurrence pour leur permettre de caractériser plus aisément une stratégie comme étant anticoncurrentielle et en une mise en place d'une réglementation conduisant les firmes à se doter de politiques de conformité (voir notamment Van Cleynenbreugel (2020)). De façon quelque peu paradoxale, il serait possible en suivant Abada, Lambin et Tchakarov (2024) de considérer que le choix d'algorithmes peu élaborés dans le cadre d'environnements complexes serait de nature à favoriser l'établissement de prix supraconcurrentiels et pourrait être tenu, toute proportion gardée, comme relevant de pratiques facilitatrices.

De la même façon, Eschenbaum, Mellgren et Zahn (2022) relèvent que les interventions *ex ante* qui viendraient restreindre la marge d'ajustement et d'évolution des algorithmes pourraient produire des résultats contreproductifs dans la mesure où ils simplifient les fonctions de réaction possibles. Les résultats présentés par Eschenbaum, Mellgren et Zahn (2022) vont plus dans le sens d'une conformité par conception basée sur le contrôle des paramètres d'entraînement des algorithmes concurrents³³. Comme nous l'avons vu *supra*, l'entraînement des algorithmes bien plus que leur contexte d'utilisation pourrait être à l'origine d'une forte propension à converger et d'une plus forte

33. « Our findings suggest that the main policy challenge is to detect or prevent coordination of algorithm design, implying that the actual danger of algorithmic collusion may not necessarily be in the market interaction itself, but in coordinative moves beforehand » (Eschenbaum, Mellgren et Zahn, 2022, p. 4). Notons également que de telles exigences en termes de conformité par conception devraient aussi être celles des places de marché si elles sont incitées à contrecarrer les collusions entre vendeurs indépendants (Johnson, Rhodes et Wildenbeest, 2023).

capacité à revenir à l'équilibre collusif après un choc extérieur³⁴. Plus l'entraînement se fait sur des données spécifiques à un marché, plus la propension à colluder sera forte.

Cependant les obligations *ex ante* sur la conception des algorithmes ne sont pas les seuls types d'exigences qui devraient être mis en place pour prévenir la collusion algorithmique. L'entreprise qui met en œuvre un algorithme doit avoir la responsabilité de superviser son fonctionnement et de s'assurer que son résultat ne conduise pas à des effets anticoncurrentiels. La délégation des décisions à un algorithme ne l'exonère pas de ses responsabilités³⁵.

Comme présenté précédemment, des contentieux en cours aux États-Unis sur des équilibres de type *hub-and-spoke* illustrent ces risques juridiques pour les entreprises utilisatrices des algorithmes. Si des concurrents confient leurs décisions de prix à un même algorithme, ils abandonnent leur autonomie stratégique et entrent alors dans une pratique concertée. En d'autres termes, pour l'antitrust américain : « L'action concertée recouvre tout comportement qui réunit des prises de décision autrement séparées et prive ainsi le marché de centres de décision indépendants ». Ainsi, « le fait de déléguer conjointement tout ou partie du processus décisionnel reflète une action concertée³⁶ ». Un ensemble de procédures tant dans le développement (et l'entraînement) des algorithmes que de leur déploiement pourrait limiter ces risques. Il peut s'agir de traitements indépendants des données et d'apprentissages décentralisés, et d'introduction de hasard (randomisation) et de variabilité dans les processus décisionnels des algorithmes utilisés par chacune des firmes utilisatrices.

Ainsi, les mesures que devraient mettre en œuvre les entreprises utilisatrices d'algorithmes, notamment de prix, relèvent de logiques proches de celles mises en œuvre dans les domaines bancaires et financiers (Teller, 2019). Elles répondent à une politique de conformité reposant sur des mesures *ex ante* de *due diligence* quant aux risques posés par les algorithmes que la firme va mettre en œuvre et sur des mesures de supervision *ex post* quant au contrôle des effets du fonc-

34. « Our analysis suggests that a key driving force of algorithmic collusion in practice is coordination of algorithm design. Firms in practice may be able to successfully achieve algorithmic (tacit) collusion by coordinating on high-level ideas for the implementation of learning algorithms » (Eschenbaum, Mellgren et Zahn, 2022, p. 22).

35. Afin de détecter d'éventuels équilibres collusifs ou même des effets liés à des stratégies de manipulation des algorithmes par des tiers, comme nous le verrons dans notre dernière sous-section.

36. Statement of interest du DoJ dans l'affaire RealPage (Case No. 3:23-MD-3071, 28 March 2024), notre traduction.

tionnement des algorithmes en situation. Cela passe par des audits internes et des procédures de documentation des paramètres intégrés aux décisions algorithmiques qui ne peuvent donc être laissées en « pilote automatique » ou maintenues dans une logique de boîte noire. Les mesures *ex ante* doivent être particulièrement strictes en matière de choix du développeur (et éventuellement de l'entité qui les met en œuvre) et de l'algorithme de prix. Il s'agit d'exercer une sorte de devoir de vigilance quant aux agissements du développeur : quelles sont les données qu'il utilise pour entraîner son algorithme, s'agit-il de données en provenance des concurrents, ces derniers utilisent-ils le même algorithme prédictif ?

La logique qui se dessine est indubitablement marquée par des logiques de conformité (sur lesquelles nous reviendrons en conclusion) et de corégulation. En effet, prévenir les risques de collusions algorithmiques ou, du moins, d'émergence d'équilibres de prix supraconcurrentiels, et faciliter les enquêtes de concurrence peut passer par des exigences *ex ante* sur le développement des algorithmes pour permettre leur interprétabilité dans le cadre des procédures concurrentielles mais également leurs supervisions par les firmes elles-mêmes dans le cadre d'audits tant avant leur déploiement que durant ce dernier (OECD, 2023a). Une seconde voie qui ouvre vers une logique de corégulation résulte, comme nous l'avons noté en introduction, du rapport Draghi. Celui-ci réhabilite le nouvel instrument concurrentiel (NCT) qui avait été envisagé par la Commission européenne en juin 2020 lors de la préparation du Règlement sur les marchés numériques comme mentionné précédemment. La généralisation des algorithmes sur un marché donné peut conduire à des risques de défaillance structurelle de la concurrence sans qu'une pratique anticoncurrentielle puisse être caractérisée et donc sanctionnée. La voie proposée est celle d'investigations de marché permettant d'évaluer les risques et, le cas échéant, d'entamer un « dialogue réglementaire » avec les firmes concernées pour obtenir des engagements, c'est-à-dire des remèdes concurrentiels.

5. Conclusion

Plusieurs questions peuvent être soulevées à l'issue de cette analyse.

Premièrement, les algorithmes peuvent être des facteurs facilitateurs d'ententes anticoncurrentielles mais peuvent également participer à des phénomènes d'élévation des prix au-delà de l'équilibre

concurrentiel sans qu'il soit pour autant possible de caractériser une pratique collusive. En fin de compte, le fonctionnement des algorithmes peut étendre le périmètre des configurations de marché confrontées au « problème de l'oligopole » et ainsi placer les autorités de concurrence dans une zone grise créant un « *legislative gap* » appelant des initiatives réglementaires pour contrecarrer *ex ante* l'occurrence de ces situations.

Deuxièmement, à l'instar de la mise en œuvre des textes européens sur le numérique, les interventions *ex ante* sont appelées à s'appuyer sur des schémas de corégulation et de conformité de la part des firmes. Celles-ci ont une responsabilité vis-à-vis des effets concurrentiels des algorithmes qu'elles développent, acquièrent auprès de développeurs tiers et qu'elles déploient. Un défaut de supervision pourrait leur être reproché si ces derniers conduisent même sans être codés à cette fin à des situations anticoncurrentielles. Cela vaut pour les équilibres de collusion tacite décrits *supra* mais également pour d'autres formes de collusions, qualifiées par la littérature de *collusions adversariales* (ou collusions non coopératives) et qui résultent de la manipulation d'un algorithme par une firme concurrente.

La notion de collusion *adversariale* ou non coopérative a été construite par Rocher, Tournier et de Montjoye (2023). L'entente est ici le produit de la manipulation de l'algorithme d'un ou plusieurs concurrents par un autre concurrent sur le marché. Il va essayer de donner des signaux de nature à conduire les algorithmes des concurrents à s'ajuster dans le sens d'un équilibre mutuellement profitable dont ils n'auront pas intérêt à s'écarter. En d'autres termes, une entreprise apprend à décrypter les algorithmes de ses concurrents pour les amener progressivement vers un point qui augmente à la fois ses profits et ceux de ses concurrents, afin que ces derniers ne soient pas incités à modifier les instructions données à leurs algorithmes dans la mesure où leurs marges s'accroissent. Le résultat paradoxal de cette action unilatérale est qu'un équilibre de type « collusif » s'établit de façon durable conduisant à des prix supraconcurrentiels³⁷.

37. « *Continued policy updating allows algorithms to overcome this breakdown in collusion, but requires many iterations and is unlikely to be feasible in market environments. We then show that restricting algorithms' strategy space by only allowing them to condition on their own past price, but not competitors' prices, can make algorithmic collusion robust for a set of parameterizations, because it forces them to learn collusive policies based on simpler patterns that are not too specific to the training context and can thus be successfully extrapolated* » (Eschenbaum, Mellgren et Zahn, 2022, p. 2).

Il ne s'agit plus ici d'algorithmes qui au gré de leurs interactions dans un jeu non coopératif découvrirait une trajectoire coopérative, mais d'une stratégie consciemment mise en œuvre par une seule des entreprises en cause qui vise à conduire les algorithmes des concurrents à agir dans son intérêt sous contrainte que ces derniers ne soient pas révisés. Il s'agit de parvenir à ses fins sans produire d'incitations à modifier les algorithmes pour les entreprises sujettes à l'attaque. Une réaction générerait une baisse des profits pour l'assaillant. Il s'agit donc pour lui d'augmenter à la fois ses profits et ceux des firmes dont il manipule l'algorithme. Le prix s'élève donc à un niveau supraconcurrentiel duquel nulle entreprise n'a intérêt à s'écarter.

Comment sanctionner ces pratiques sur la base des règles de concurrence ? Rocher, Tournier et de Montjoye (2023) proposent deux pistes intéressantes. Premièrement, si le manipulateur est en position dominante, il serait possible de considérer que sa démarche est abusive car elle empêche les concurrents d'agir de façon efficiente sur le marché (*i.e.* d'une façon qui maximise leur profit personnel). Deuxièmement, une absence de réaction de la part d'entreprises dont l'algorithme serait manipulé pourrait être qualifiée comme une pratique concertée si toutes les mesures de prévention et de détection ne sont pas mises en place *ex ante* et si, le cas échéant, nulle correction est mise en œuvre *ex post*. La logique serait alors celle d'une régulation procédurale. Si l'entreprise victime de la manipulation ne met pas toutes les mesures en œuvre *ex ante* pour la détecter et la prévenir et *ex post* pour y remédier, sa responsabilité pourrait être engagée (Marty, Pascal et Rottembourg, 2024). À nouveau, l'articulation entre interventions *ex ante* et *ex post* s'impose dès lors qu'il s'agit de traiter de risques pouvant conduire à des phénomènes de défaillance structurelle de la concurrence (Bougette, Budzinski et Marty, 2025).

Troisièmement, la question de la collusion algorithmique pose une question additionnelle tenant au recours d'outils de tarification de plus en plus dynamiques et potentiellement susceptibles de conduire à des prix personnalisés. Ces deux tendances ne sont-elles pas contradictoires ? En d'autres termes, le foisonnement et l'instabilité des prix ne risquent-ils pas de déstabiliser les dynamiques collusives ? En fait, les deux stratégies peuvent coexister à la fois dans l'espace et dans le temps. Des consommateurs ayant une faible probabilité d'opter pour des offres concurrentes peuvent se voir imposer des prix supraconcurrentiels par les différents acteurs du marché quand ceux les plus mobiles peuvent bénéficier d'offres plus différenciées et dynamiques

(Ezrachi et Stucke, 2017). De la même façon, l'équilibre entre les deux stratégies pourrait évoluer avec le temps. Après une première phase dans laquelle les firmes concurrentes explorent le marché et stabilisent leurs demandes respectives, elles pourraient s'engager dans une stratégie d'exploitation de leurs consommateurs passifs respectifs et conjuguer ainsi comportements unilatéraux et coordonnés (De Nijs, 2017). Enfin, le caractère dynamique et personnalisé peut également rendre plus difficile l'identification de schémas collusifs (Bourreau, De Streel et Graef, 2017).

Références

- Abada I., X. Lambin et N. Tchakarov, 2024, « Collusion by mistake: Does algorithmic sophistication drive supra-competitive profits ? », *European Journal of Operational Research*, vol. 318, n° 3, pp. 927-953.
- Agrawal A. K., J. S. Gans et A. Goldfarb, 2019, « Economic policy for artificial intelligence », in : A. K. Agrawal, J. S. Gans et A. Goldfarb (eds), *The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda*, Chicago, University of Chicago Press, pp. 1-19.
- Asker J., C. Fershtman et A. Pakes, 2024, « The impact of artificial intelligence design on pricing », *Journal of Economics and Management Strategy*, vol. 33, n° 2, pp. 276-304.
- Assad S., R. Clark, D. Ershov et L. Xu, 2024, « Algorithmic pricing and competition: Empirical evidence from the German retail gasoline market », *Journal of Political Economy*, vol. 132, n° 3, <https://doi.org/10.1086/726906>
- Autorité de la concurrence et Bundeskartellamt, 2019, *Algorithms and Competition*, Paris / Bonn, Autorité de la concurrence / Bundeskartellamt.
- Axelrod R. et W. D. Hamilton, 1981, « The evolution of cooperation », *Science*, vol. 211, n° 4489, pp. 1390-1396, <https://doi.org/10.1126/science.7466396>
- Banchio M. et G. Mantegazza, 2023, « Adaptive algorithms and collusion via coupling », *EC '23: Proceedings of the 24th ACM Conference on Economics and Computation*, <https://doi.org/10.1145/3580507.3597726>
- Bichler M., J. Durmann et M. Oberlechner, 2025, « Algorithmic pricing and algorithmic collusion », *Arxiv Working Paper*, <https://arxiv.org/abs/2504.16592>
- Bougette P., O. Budzinski et F. Marty, 2025, « Ex-ante versus ex-post in competition law enforcement: Blurred boundaries and economic

- rationale », *International Review of Law and Economics*, vol. 82, <https://doi.org/10.1016/j.irle.2025.106264>
- Bourreau M., A. De Streel et I. Graef, 2017, *Big Data and Competition Policy: Market Power, Personalised Pricing, and Advertising. Project Report*, Bruxelles, Centre for Regulation in Europe.
- Brown D. P., D. O. Cajueiro, A. Eckert et D. Silveira, 2023, « Information and transparency: Using machine learning to detect communication », *University of Alberta – Department of Economics Working Paper*, n° 2023-06.
- Brown D. P. et A. Eckert, 2022, « Pricing patterns in wholesale electricity markets: Unilateral market power or coordinated behavior ? », *Journal of Industrial Economics*, vol. 70, n° 1, pp. 168-216.
- Brown Z. Y. et A. J. MacKay, 2023, « Competition in pricing algorithms », *American Economic Journal: Microeconomics*, vol. 15, n° 2, pp. 109-156.
- Calvano E., G. Calzolari, V. Denicolo et S. Pastorello, 2020, « Artificial intelligence, algorithmic pricing, and collusion », *American Economic Review*, vol. 110, n° 10, pp. 3267-3297.
- Connor J. M. et Y. Bolotova, 2012, « Cartels overcharges: Survey and meta-analysis », *International Journal of Industrial Organization*, vol. 24, n° 6, pp. 1109-1134.
- Connor J. M. et R. H. Lande, 2012, « Cartels as rational business strategy: Crime pays », *Cardozo Law Review*, vol. 34, pp. 431-447.
- Connor J. M. et R. H. Lande, 2023, « The prevalence and injuriousness of cartels worldwide », in : P. Whelan (ed.), *Research Handbook on Cartels*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing, pp. 22-44.
- Crandall J. W. et al., 2018, « Cooperating with machines », *Nature Communications*, 9, art. 233, <https://www.nature.com/articles/s41467-017-02597-8>
- De Cooman J., 2023, « Outsmarting Pac-Man with artificial intelligence, or why AI-driven cartel screening is not a silver-bullet », *Journal of European Competition Law and Practice*, vol. 14, n° 4, pp. 186-202.
- Deng A., 2024, « What do we know about algorithmic collusion now? New insights from the latest academic research », https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4521959
- Deng S., M. Schiffer et M. Bichler, 2024, « Algorithmic collusion in dynamic pricing with deep reinforcement learning », *Proceedings in Wirtschaftsinformatik*, arXiv:2406.02437v1 [econ.GN], <https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.02437>
- De Nijs R., 2017, « Behavior-based price discrimination and customer information sharing », *International Journal of Industrial Organization*, vol. 50, pp. 319-334.

- Draghi M., 2024, *The Future of European Competitiveness. Part B : In-depth Analysis and Recommendations*, Bruxelles, European Commission, section 2, chap. 4, pp. 298-306.
- Ellison G. et S. Fisher-Ellison, 2009, « Search, obfuscation, and price elasticities on the internet », *Econometrica*, vol. 77, n° 2, pp. 427-452.
- Eschenbaum N., F. Mellgren et P. Zahn, 2022, « Robust algorithmic collusion », arXiv:2201.00345v2 [econ.GN], <https://doi.org/10.48550/arXiv.2201.00345>
- Ezrachi A. et M. E. Stucke, 2016, *Virtual Competition: The Promise and Perils of the Algorithm-Driven Economy*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press.
- Ezrachi A. et M. E. Stucke, 2017, « Algorithmic collusion: Problems and counter-measures », note préparée pour la 127^e réunion de l'OECD Competition Committee, 21-23 juin, DAF/COMP/WD(2017)25.
- Fabra N. et M. Motta, 2018, « Assessing coordinated effects in merger cases », in : L. C. Corchón et M. A. Marini (eds), *Handbook of Game Theory and Industrial Organization*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing, t. 2, chap. 5, pp. 91-122, <https://doi.org/10.4337/9781788112789.00011>
- Fletcher A., 2023, « The role of behavioural economics in competition policy », *SSRN Working Paper*, <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4389681>
- Gal M., 2023, « Limiting algorithmic coordination », *Berkeley Technology Law Journal*, vol. 38, pp. 173-230.
- Green E. J. et R. H. Porter, 1984, « Noncooperative collusion under imperfect price information », *Econometrica*, vol. 52, n° 1, pp. 87-100.
- Harrington J. E., 2018, « Developing competition law for collusion by autonomous artificial agents », *Journal of Competition Law and Economics*, vol. 14, n° 3, pp. 331-363.
- Harrington J. E., 2022, « The effect of outsourcing pricing algorithms on market competition », *Management Science*, vol. 68, n° 9, pp. 6355-7064.
- Harrington Jr. J. E. et Y. Wei, 2017, « What can the duration of discovered cartels tell us about the duration of all cartels ? », *Economic Journal*, vol. 127, n° 604, pp. 1977-2005.
- Ittoo A. et N. Petit, 2017, « Algorithmic pricing agents and tacit collusion: A technological perspective », in : H. Jacquemin et A. de Streel (eds), *L'intelligence artificielle et le droit*, Bruxelles, Larcier, pp. 241-256.
- Johnson J. P., A. Rhodes et M. Wildenbeest, 2023, « Platform design when sellers use pricing algorithms », *Econometrica*, vol. 91, n° 5, pp. 1841-1879.
- Kwoka J., 2024, « Inherently stable cartels: Economics and policy », *University of Baltimore Law Review*, vol. 53, n° 1, pp. 325-346.

- Lianos I. et F. Wagner von Papp, 2022, « Tackling invitations to collude and unilateral disclosure: The moving frontiers of competition law », *Journal of European Competition Law & Practice*, vol. 13, n° 4, pp. 249-253.
- Marty F., 2019, « Plateformes numériques, algorithmes et discrimination », *Revue de l'OFCE*, n° 164, pp. 91-118.
- Marty F., 2024, « Ententes algorithmiques dans le secteur immobilier. Un exemple de collusion en étoile », *Cahier de recherche de la Chaire Ivanhoé Cambridge d'immobilier*, n° 2024-0901, octobre.
- Marty F., C. Pascal et B. Rottembourg, 2024, « Aversarial algorithmic collusion: Characterisation and prevention », présentation lors de la Conférence annuelle de l'Association française d'économie du droit, Université Paris Panthéon Assas, décembre.
- Marty F. et T. Warin, 2025, « Deciphering algorithmic collusion: Insights from bandit algorithms and implications for antitrust enforcement », *Journal of Economy and Technology*, vol. 3, pp. 34-43, <https://doi.org/10.1016/j.ject.2024.10.001>
- Marty F. et T. Warin, 2024, « Algorithmes de prix et signaux collusifs : approches économique et concurrentielle », *Revue française d'économie*, vol. 39, n° 2, pp. 193-245.
- Mekki D., 2023, « Principal deputy assistant attorney general Doha Mekki of the Antitrust Division delivers remarks at GCR live: Law leaders global 2023 », discours, Miami, 2 février, <https://www.justice.gov/opa/speech/principal-deputy-assistant-attorney-general-doha-mekki-antitrust-division-delivers-0>
- Mendelsohn J., 2020, « Algorithmic pricing and market coordination – Toward a notion of “collusive risk” », *THEMIS–Revista de Derecho*, n° 78, pp. 241-255.
- Mikroulea A. P., 2025, « Algorithms and collusion: Bridging the gap with alternative tools », *International Review of Intellectual Property and Competition Law*, vol. 56, pp. 463-469.
- Musolf L., 2024, « Algorithmic pricing facilitates tacit collusion: Evidences from e-commerce », texte présenté lors de la 23^e ACM Conference on Economics and Computation, https://lmusolf.github.io/papers/Algorithmic_Pricing.pdf
- OECD, 2017, « Algorithms and collusion: Competition policy in the digital age », *OECD Roundtables on Competition Policy Papers*, 17 mai, <https://doi.org/10.1787/258dcb14-en>
- OECD, 2023a, « Algorithmic competition – Background note », note préparée pour la 140^e réunion de l'OECD Competition Committee, 14 juin, DAF/COMP(2023)3.
- OECD, 2023b, « Algorithmic competition – Note by Brazil », contribution à la 140^e réunion de l'OECD Competition Committee, 14 juin, DAF/COMP/WD(2023)18.

- Ohlhausen M. K., 2017, « Should we fear the things that go beep in the night? Some initial thoughts on the intersection of antitrust law and algorithmic pricing », déclaration publique, Federal Trade Commission, New York, 23 mai, https://www.ftc.gov/system/files/documents/public_statements/1220893/ohlhausen_-_concurrences_5-23-17.pdf
- Posner R., 1968, « Oligopoly and the antitrust laws: A suggested approach », *Stanford Law Review*, n° 21, pp. 1562-1606.
- Qu J., 2024, « Survey of dynamic pricing based on multi-armed bandit algorithms », *Applied and Computational Engineering*, vol. 37, n° 1, pp. 160-165.
- Rocher L., A. J. Tournier et Y.-A. de Montjoye, 2023, « Adversarial competition and collusion in algorithmic markets », *Nature Machine Intelligence*, vol. 5, pp. 497-504.
- Salcedo B., 2015, « Pricing algorithms and tacit collusion », *Pennsylvania State University Working Paper*, <http://brunosalcedo.com/docs/collusion.pdf>
- Schwalbe U., 2018, « Algorithms, machine learning, and collusion », *Journal of Competition Law & Economics*, vol. 14, n° 4, pp. 568-607.
- Teller M., 2019, « La régulation des marchés financiers entre pouvoirs privés économiques et ordre public économique », *Revue internationale de droit économique*, vol. 33, pp. 91-103.
- Thomas S., 2019, « Harmful signals: Cartel prohibition and oligopoly theory in the age of machine learning », *Journal of Competition Law & Economics*, vol. 15, n° 2-3, pp. 159-203.
- Turner D. F., 1962, « The definition of agreement under the Sherman Act: Conscious parallelism and refusals to deal », *Harvard Law Review*, vol. 75, n° 4, pp. 655-706.
- Van Bos R. P. et E. Pot, 2017, « Competition versus collusion: The impact of consumer inertia », *International Journal of Economic Theory*, vol. 13, n° 4, pp. 387-400.
- Van Cleynenbreugel P., 2020, « Article 101 TFEU's association of undertakings notion and its surprising potential to help distinguish acceptable from unacceptable algorithmic collusion », *The Antitrust Bulletin*, vol. 65, n° 3, pp. 423-444.