LE TEMPS DES RUPTURES

Le modèle Lego de la spécialisation

Bruno Lemaire

« Une rupture est instantanée ;
l'adaptation ne l'est jamais.
La robustesse ne vient pas de la prévision,
mais de la capacité à recomposer vite. »

Édition A5 — Manuscrit Nouvelle-Aquitaine — 2026

LE TEMPS DES RUPTURES I

LE TEMPS DES RUPTURES III

Le modèle Lego de la spécialisation iii

BRUNO LEMAIRE III

LE TEMPS DES RUPTURES — INTRODUCTION 1

CHAPITRE 1 — ADAM SMITH ET LA NAISSANCE DE LA SPECIALISATION 8

La manufacture d’épingles : une scène fondatrice 8

Les trois effets de la division du travail 9

La division du travail au-delà des épingles 10

Les conditions de la spécialisation 11

Les limites déjà envisagées par Smith 11

Les corporations du XVIIIe siècle : entre maîtrise et verrouillage 12

La proto industrialisation : un monde en transition 15

De l’atelier aux nations 16

L’héritage de Smith 17

Une transition plus forte vers Taylor 17

CHAPITRE 2 – TAYLOR ET L’ORGANISATION SCIENTIFIQUE DU TRAVAIL 20

Du métier à la tâche élémentaire 20

Chronométrage, standardisation et séparation conception/exécution 23

Éclairage d’économistes : Veblen et Commons 24

L’héritage : productivité élevée, rigidité et aliénation 25

Taylorisme et automatisation 30

Réflexion finale : taylorisme et vulnérabilité systémique 31

CHAPITRE 3 — LE MITI JAPONAIS, LE JUSTE-A-TEMPS ET LA THEORIE DES CONTRAINTES DE GOLDRATT 32

Partie I. Le MITI japonais, le Juste-à-temps et les variantes internationales du flux tendu 32

1. Le Japon d’après-guerre et le rôle du MITI 32

2. Le Juste-à-temps : produire uniquement ce qui est nécessaire 33

3. Variantes internationales du JIT : Allemagne, États-Unis, Corée, Italie 35

4. Transition vers la théorie des contraintes 38

Partie II — La théorie des contraintes, ses applications et son articulation avec le flux tendu 39

4. Goldratt et la théorie des contraintes : le système a toujours un goulot 39

5. Exemples réels de TOC : Boeing, semi-conducteurs, batteries 40

6. Articuler JIT et TOC : complémentarités et différences 44

7. Transition vers la suite de l'ouvrage 45

CHAPITRE 4 — CHAINES DE VALEUR 47

1. L'âge d'or des chaînes de valeur mondiales : une innovation incomplète 47

2. Les conditions de possibilité de la fragmentation mondiale 49

3. L'optimisation au moindre coût et ses réussites 53

4. La courbe du sourire et la capture de valeur 57

LE TEMPS DES RUPTURES
— Introduction

Depuis plus de deux siècles, l'organisation de la production s'est construite sur une idée simple et puissante : plus on divise le travail, plus on spécialise les tâches et les lieux de fabrication, plus on gagne en productivité. Adam Smith en avait donné la formulation classique avec sa manufacture d'épingles. Frederick Taylor l'avait poussée jusqu'à l'organisation scientifique du travail. Le Japon d'après-guerre, sous l'impulsion du MITI et de Toyota, l'avait transformée en flux tendus et en Juste-à-temps.

La mondialisation des dernières décennies a poussé cette logique à son terme en dispersant chaque maillon de la chaîne de valeur là où le coût était le plus bas, ou encore là où la fiscalité était la plus avantageuse. Le résultat a été une efficacité sans précédent, des prix en baisse et une abondance de biens que les générations précédentes n'auraient pu imaginer.

Cette trajectoire a pourtant révélé ses limites. Les ruptures d'approvisionnement liées à la pandémie, à la guerre en Ukraine, aux tensions sur l'accès au pétrole au Proche-Orient ainsi que celles autour de

Taïwan, en y ajoutant les restrictions sur les semi-conducteurs et les terres rares, ont montré que l'optimisation au moindre coût pouvait se transformer en fragilité systémique.

Au même moment, l'expérience chinoise des véhicules électriques a fait apparaître une autre manière d'organiser la spécialisation : non plus une chaîne linéaire et mondialisée, mais un écosystème dense de modules standardisés, re-combinables « à la Lego », permettant de produire rapidement des véhicules mono-usage à très bas coût. Des centaines d'entreprises, souvent de taille moyenne, se concentrent chacune sur un composant précis ; les constructeurs assemblent ces modules selon les usages. Le résultat n'est pas seulement une baisse des prix : c'est aussi une accélération de l'innovation et une capacité d'adaptation que le modèle occidental traditionnel peine à égaler.

Une autre dimension éclaire cette recomposition : l'innovation ne concerne pas seulement les produits, mais la manière de les élaborer. Pendant des décennies, les industries occidentales ont surtout cherché à optimiser l'existant : améliorer les procédés, réduire les coûts, affiner les flux, perfectionner les chaînes linéaires. Cette logique a produit des gains considérables, mais elle a aussi installé une forme de paresse conceptuelle : on perfectionnait les architectures héritées au lieu d'en imaginer de nouvelles. L'expérience chinoise montre

qu'une innovation véritablement structurante porte d'abord sur l'organisation de la production elle-même. Elon Musk l'avait compris lorsqu'il lança Tesla : il ne s'est pas comporté comme un constructeur automobile traditionnel, mais comme un ingénieur de systèmes cherchant à repenser l'ensemble du processus, de la conception à l'assemblage. L'innovation ne résidait pas seulement dans le véhicule, mais dans la manière de le fabriquer. Cette distinction est essentielle : les ruptures contemporaines ne demandent pas seulement de nouveaux produits, mais de nouvelles architectures productives.

Ce livre part de ce double constat. Il ne s'agit ni de renoncer à la spécialisation, ni d'idéaliser le modèle chinois, ni de prôner un retour à l'autarcie. Il s'agit de comprendre comment la spécialisation du travail, héritée de Smith et poussée à l'extrême par Taylor, le Juste-à-temps et les chaînes de valeur mondiales, doit être reconfigurée. L'enjeu n'est plus seulement l'efficacité unitaire, mais la résilience productive : la capacité à continuer de produire lorsque certains maillons se rompent, à recombiner rapidement des compétences et des composants, et à servir des usages plus diversifiés.

Un élément traverse cette recomposition et lui donne une urgence particulière : le temps. Lorsque les canuts de Lyon, au début du XIXe siècle, virent apparaître les métiers mécaniques, ils disposèrent,

non sans drames, d'une génération pour tenter de s'adapter, de se reconvertir ou de transmettre leurs savoirs à d'autres secteurs. Aujourd'hui, les cycles d'innovation, de diffusion des technologies et de reconfiguration des chaînes productives se comptent en années, parfois en moins de cinq ans. Ce qui prenait autrefois une génération doit désormais se jouer en quelques cycles économiques. Cette compression du temps ne change pas la nature des mécanismes économiques ; elle en accentue la violence et réduit la marge d'erreur acceptable des entreprises, des travailleurs et des politiques publiques.

Joseph Schumpeter avait décrit ce processus sous le nom de destruction créatrice : l'innovation détruit d'anciennes activités et en fait naître de nouvelles. Dans le textile du XIXe siècle comme dans l'automobile contemporaine, des métiers disparaissent tandis que d'autres apparaissent. La différence réside dans la vitesse de diffusion. Les modules standardisés, les plateformes logicielles, l'automatisation et les écosystèmes denses d'entreprises spécialisées accélèrent à la fois la destruction des anciennes configurations productives et l'émergence de nouvelles.

Une asymétrie structurelle renforce cette dynamique : les ruptures sont instantanées, tandis que l'adaptation est progressive. Une chaîne de valeur peut être interrompue en quelques jours, mais

sa recomposition demande des mois ; une technologie peut devenir dominante en deux ans, mais la montée en compétences nécessite un cycle complet de formation ; un nœud critique peut disparaître brutalement, mais sa substitution exige des investissements lourds. Cette dissymétrie explique pourquoi les architectures productives doivent être pensées pour absorber des chocs rapides tout en permettant des ajustements graduels.

On voit ainsi se développer des emplois liés à la conception et à la production de modules (batteries, systèmes de propulsion, électronique de puissance), à l'intégration logicielle, à la maintenance de flottes spécialisées, au rechargement, au recyclage ou à la gestion de nouveaux services de mobilité. Ces métiers ne se substituent pas automatiquement, ni quantitativement ni qualitativement, aux emplois détruits sur les lignes d'assemblage traditionnelles. Mais ils existent, et leur volume dépend largement de la capacité à élargir le marché total par de nouveaux usages et de nouveaux prix.

Le parcours de cet essai suit donc une double exigence : rester aussi factuel que possible, et ne jamais présenter comme automatique ce qui n'est que conditionnel.

Les premiers chapitres retracent la trajectoire historique de la spécialisation, de Smith à Taylor, du MITI japonais au Juste-à-temps, puis aux chaînes de valeur mondiales optimisées au moindre coût. Ils

montrent comment cette logique a produit des gains de productivité extraordinaires tout en accumulant des fragilités.

Les chapitres suivants analysent les ruptures géopolitiques qui ont mis ces fragilités au jour, puis l'expérience chinoise des véhicules électriques comme illustration d'une spécialisation modulaire différente. Une comparaison systématique des deux logiques – linéaire et mondialisée d'un côté, modulaire et densifiée de l'autre – permet ensuite de clarifier les enjeux d'efficacité, de résilience et d'intensité en main-d'œuvre.

Les derniers chapitres abordent les implications concrètes. La question de l'emploi y occupe une place centrale : l'effet de productivité qui réduit le travail nécessaire par véhicule peut-il être compensé, voire dépassé, par un effet de volume lié à l'élargissement des usages ? Les données chinoises montrent que cela a été possible jusqu'ici, grâce à une expansion rapide du marché.

Dans les économies occidentales, et particulièrement en Europe, les conditions sont différentes : marchés plus saturés, coûts plus élevés, héritage industriel plus rigide. L'effet volume y est plus faible et plus conditionnel. Le facteur temps y rend en outre la transition plus exigeante. Ces chapitres examinent aussi les conséquences pour l'organisation des territoires, les compétences, les

politiques industrielles et la recherche d'un équilibre entre résilience et ouverture.

L'objectif n'est pas de proposer un modèle unique ni de formuler des prescriptions définitives. Il est de fournir les éléments d'analyse nécessaires pour comprendre ce qui est en train de changer, et pour distinguer ce qui relève de mécanismes économiques durables de ce qui tient à des configurations particulières de temps, d'espace et de politiques.

La spécialisation du travail reste l'un des leviers les plus puissants de la productivité. Mais elle n'est plus un but en soi. Elle doit être recalibrée en fonction de la résilience, de la diversité des usages et de la vitesse à laquelle les sociétés peuvent s'adapter. C'est à cette reconfiguration que cet essai est consacré.

CHAPITRE 1 — Adam Smith et la naissance de la spécialisation

En 1776, Adam Smith publie *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*. L'ouvrage pose les fondements de l'économie politique classique. Parmi ses pages les plus célèbres figure la description d'une manufacture d'épingles. Smith y voit plus qu'un atelier : il y voit un laboratoire de la productivité moderne.

La manufacture d'épingles : une scène fondatrice

La scène est simple. Une pièce longue, éclairée par des fenêtres étroites. Dix ouvriers, chacun à son poste. L'un étire le fil de métal. Un autre le coupe. Un troisième affûte la pointe. Un quatrième fixe la tête. Un cinquième polit l'ensemble. Les gestes sont rapides, précis, répétés des centaines de fois par jour. Les outils sont rudimentaires, mais adaptés à chaque opération. Le bruit est constant : métal frappé, limes frottées, petites machines actionnées à la main.

Smith observe que si l'un de ces hommes devait fabriquer une épingle entière, il n'y parviendrait presque pas. Peut-être une par jour, rarement

davantage. Mais en divisant le travail en opérations simples, en spécialisant chaque ouvrier, la manufacture produit plus de quarante-huit mille épingles en une journée. La productivité individuelle dépasse quatre mille épingles par personne.

Ce n'est pas une anecdote. C'est une révolution silencieuse : la division du travail.

Les trois effets de la division du travail

Smith identifie trois mécanismes.

Premier effet : la dextérité. Répéter un geste simple permet de le maîtriser. L'ouvrier devient plus rapide, plus précis, plus efficace.

Deuxième effet : l'économie de temps. Changer d'outil, d'opération ou de posture coûte du temps. La spécialisation élimine ces transitions.

Troisième effet : l'invention des machines. Lorsque les tâches sont isolées, il devient plus facile d'imaginer un dispositif mécanique pour les accomplir.

Ces trois effets forment la base de la productivité moderne. Ils seront repris, systématisés, amplifiés

par Taylor, puis par Toyota, puis par les chaînes de production mondiales.

La division du travail ne crée pas seulement des gains de productivité ; elle inaugure une première forme d'architecture productive, où la séquence des gestes devient aussi importante que leur exécution.

La division du travail au-delà des épingles

Smith ne s'arrête pas à la manufacture. Il observe la même logique dans :

1. les filatures, où les gestes sont divisés entre cardage, filage, bobinage ;
2. les mines, où les tâches sont séparées entre extraction, tri, transport ;
3. les chantiers navals, où la construction d'un navire est découpée en dizaines d'opérations ;
4. les ateliers d'horlogerie, où chaque composant est fabriqué par un spécialiste.

La division du travail n'est pas une invention théorique. C'est une réalité qui s'impose dans l'Europe du XVIIIe siècle, portée par l'extension des marchés, la croissance des villes et la 'proto industrialisation'.

Les conditions de la spécialisation

Smith insiste sur les conditions nécessaires :

5. **l'étendue du marché**, qui détermine la profondeur de la spécialisation ;
6. **la stabilité des échanges**, sans laquelle la spécialisation devient risquée ;
7. **la confiance dans les institutions**, qui garantit que l'échange sera possible ;
8. **la sécurité**, qui permet à chacun de se concentrer sur une tâche.

Sans ces conditions, la division du travail reste limitée. Dans une région isolée, chacun doit savoir faire un peu de tout.

Les limites déjà envisagées par Smith

Smith voit aussi les contreparties. Il observe que l'ouvrier réduit à quelques gestes simples risque de voir ses facultés intellectuelles s'appauvrir. Il écrit qu'il peut devenir « aussi stupide et aussi ignorant qu'il est possible à une créature humaine de le devenir ». Ce n'est pas une condamnation morale. C'est un constat : la spécialisation extrême peut réduire l'autonomie intellectuelle.

Il voit aussi la dépendance. L'ouvrier spécialisé dépend du marché pour obtenir ce qu'il ne produit

plus. Il dépend de l'organisation collective. Il dépend de la continuité des échanges.

Cette tension — efficacité d'un côté, dépendance de l'autre — va traverser toutes les analyses suivantes.

Les corporations du XVIII^e siècle : entre maîtrise et verrouillage

Pour comprendre pleinement ce que Smith observe dans la manufacture d'épingles, il faut replacer son analyse dans le paysage institutionnel du XVIII^e siècle. L'Europe n'est pas encore un espace de libre spécialisation. Les métiers sont encadrés par des **corporations** — organisations professionnelles qui régulent l'accès à la production, définissent les règles du métier, contrôlent la qualité et protègent les privilèges acquis.

Dans une ville comme Lyon, Paris ou Londres, un jeune homme ne peut pas simplement décider de devenir serrurier, tisserand ou boulanger. Il doit entrer en apprentissage, passer par le compagnonnage, obtenir la maîtrise, parfois acheter le droit d'exercer. Les corporations fixent les prix, les techniques autorisées, les outils, les horaires, les jours de production. Elles protègent les maîtres

contre la concurrence extérieure, mais elles limitent aussi l'innovation et la mobilité.

Dans un atelier de corporation, la division du travail existe, mais elle est **encadrée**. Le maître détient le savoir, le compagnon exécute, l'apprenti apprend. Les gestes sont codifiés, transmis, parfois ritualisés. La spécialisation est réelle, mais elle reste **intra-métier** : on devient maître dans une activité, pas dans une opération élémentaire. La manufacture d'épingles que décrit Smith rompt avec cette logique. Elle montre une spécialisation **inter-opérations**, où l'on découpe un métier en gestes simples, où l'on peut affecter un ouvrier à une tâche sans qu'il soit membre d'une corporation.

Cette rupture est discrète mais profonde. Elle annonce le passage d'un monde où les métiers sont des identités sociales à un monde où les tâches deviennent des unités productives. Dans une corporation, l'ouvrier est défini par son métier ; dans la manufacture, il est défini par sa fonction. Cette distinction prépare les transformations du XIX^{e} siècle : l'atelier mécanisé, la fabrique, puis l'usine.

Les corporations ne sont pas seulement des obstacles. Elles assurent une **qualité minimale**, une **formation**, une **protection sociale rudimentaire**. Elles garantissent que le boulanger sait faire du pain, que le tisserand sait travailler la soie, que le serrurier maîtrise les métaux. Elles créent une forme de résilience locale : un réseau de savoirs, de règles, de

solidarités. Mais elles limitent la capacité à recomposer les gestes, à introduire des machines, à réorganiser les séquences.

Smith écrit à un moment où ces structures commencent à se fissurer. Les manufactures royales, les ateliers marchands, les premières formes de proto industrialisation contournent les corporations en installant des ateliers hors des villes, dans les campagnes, où les règles sont moins strictes. La division du travail se développe d'abord dans ces zones grises : ni tout à fait libres, ni tout à fait corporatives.

Ce contexte donne à la manufacture d'épingles une portée plus large. Elle n'est pas seulement un exemple de productivité ; elle est un signe que l'organisation du travail est en train de changer. Le métier n'est plus l'unité de base ; la tâche le devient. La spécialisation n'est plus un privilège corporatif ; elle devient un outil économique. Et cette transformation, encore partielle au XVIII^{e} siècle, prépare les ruptures du XIX^{e} : la mécanisation, la standardisation, puis l'organisation scientifique du travail.

La proto industrialisation : un monde en transition

Dans les décennies qui précèdent Smith, l'Europe connaît une transformation silencieuse : la **proto industrialisation**. Des marchands fournissent la matière première à des familles rurales, qui filent, tissent, assemblent à domicile. Les tâches sont déjà divisées : certaines maisons filent, d'autres tissent, d'autres blanchissent. Les gestes sont spécialisés, mais la production reste dispersée, lente, dépendante des saisons.

La manufacture d'épingles représente une étape supplémentaire : la concentration des ouvriers dans un même lieu, la standardisation des gestes, la coordination des opérations. Ce passage du travail dispersé au travail concentré est l'un des fondements de la productivité moderne. Il permet de contrôler la qualité, de réduire les temps morts, d'introduire des machines simples, puis des machines complexes.

Smith observe ce mouvement sans le nommer. Il voit que la division du travail n'est pas seulement une technique ; c'est une transformation sociale. Elle modifie la relation entre l'individu et le collectif, entre le savoir et le geste, entre le métier et la tâche. Elle crée un monde où l'efficacité dépend de la coordination, où la productivité dépend de la séquence, où la richesse dépend de l'organisation.

Les tâches sont **déjà séparées**, mais elles ne sont pas encore 're-combinables' : la modularité reste embryonnaire.

De l'atelier aux nations

Smith étend son raisonnement à l'échelle des nations. Les pays, comme les individus, gagnent à se spécialiser dans ce qu'ils font le mieux. Le libre-échange devient le prolongement logique de la division du travail.

> Mais la même tension apparaît : la spécialisation internationale accroît l'**efficacité**, mais elle crée des **dépendances**.

Une nation qui concentre son activité sur une ressource ou un produit particulier devient vulnérable aux chocs de demande, aux substitutions technologiques, aux pressions extérieures.

Smith ne parle pas de géopolitique. Son époque n'est pas celle des chaînes mondiales. Mais il voit déjà que la spécialisation crée une fragilité structurelle : le système fonctionne tant que les échanges sont fluides. Il devient vulnérable dès qu'ils se rompent.

CHAPITRE 6 — L'expérience chinoise des véhicules électriques

Une spécialisation modulaire « à la Lego »

L'un des faits les plus frappants de la dernière décennie est que la Chine n'a pas simplement « rattrapé » l'industrie automobile occidentale en matière de véhicules électriques. Elle a, en réalité, inventé une autre manière d'organiser la production. Là où le modèle dominant depuis Adam Smith, Taylor et le Juste-à-temps japonais privilégiait une spécialisation linéaire et une optimisation mondiale du coût unitaire, la Chine a développé un système de **spécialisation modulaire redistribuée**. On peut le comparer à un immense jeu de Lego industriel : des centaines d'entreprises, souvent de taille moyenne ou petite, se concentrent chacune sur un module très précis (batterie, moteur-essieu, système de conduite autonome, châssis skateboard, électronique de puissance, etc.), et les constructeurs assemblent ces modules selon les usages visés.

À cette logique modulaire s'ajoute une autre caractéristique essentielle : la densité territoriale. La plupart de ces entreprises sont regroupées dans des zones où la proximité géographique réduit les coûts de coordination, accélère la circulation de

l'information et facilite l'ajustement des capacités. Les compétences circulent rapidement, les fournisseurs sont accessibles en quelques heures, et les assembleurs peuvent modifier une configuration sans attendre des semaines. Cette densité n'est pas un détail : elle constitue l'infrastructure silencieuse qui rend possible la vitesse d'adaptation du modèle.

1. Un écosystème dense, pas une pyramide

> Contrairement à l'image d'une industrie dominée par quelques géants intégrés verticalement, le paysage chinois des véhicules électriques repose sur une densification extrême de l'offre de composants.

Des clusters régionaux se sont formés en quelques années :

39. Le delta du Yangtsé (Shanghai – Changzhou – Ningbo – Hefei) fonctionne comme un « écosystème à quatre heures » : un constructeur peut obtenir l'essentiel des pièces nécessaires dans un rayon de quelques centaines de kilomètres.