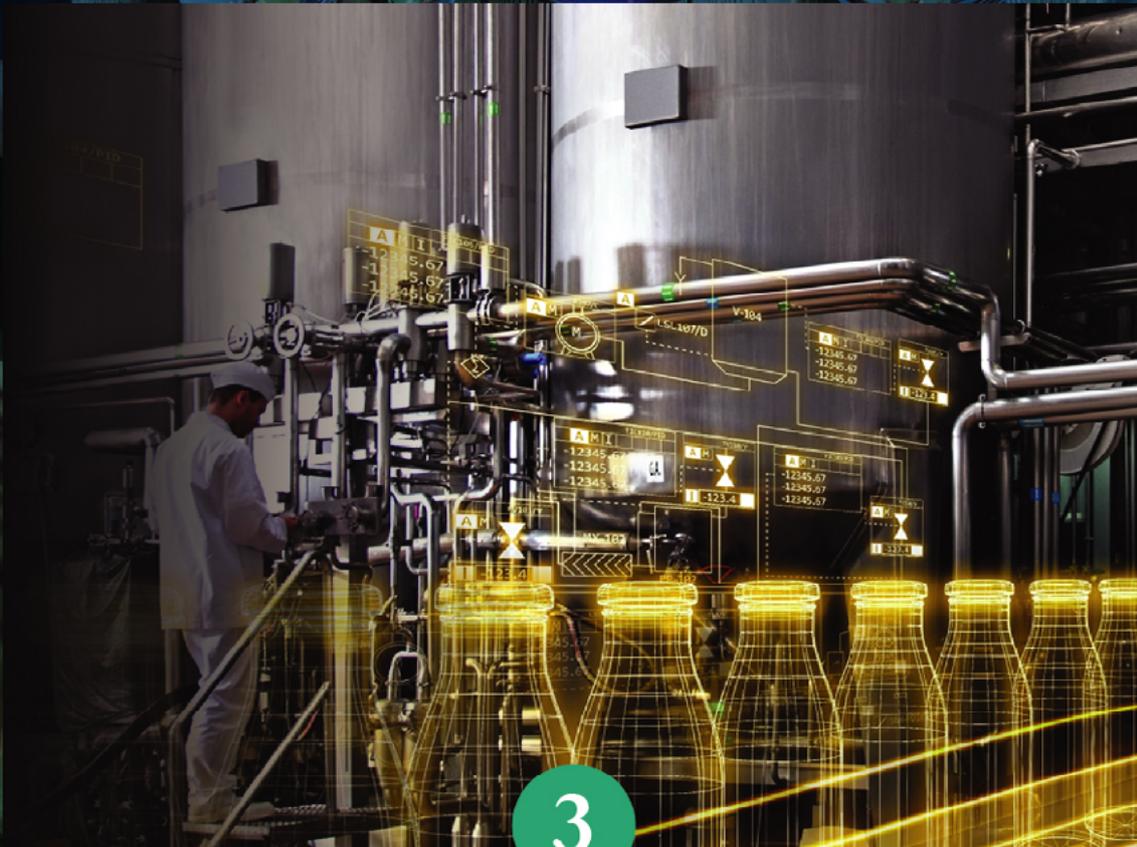


FILIÈRES AGRICOLES & ALIMENTAIRES

# Enjeux et problématique de la numérisation



3

## Numérisation des chaînes d'approvisionnement alimentaires

# Sommaire

---

## Chapitre III : numérisation des chaînes d'approvisionnement alimentaires

### 1. DÉFINITIONS

- 1.1 - Périmètre : les chaînes d'approvisionnement

---

- 1.2 - L'Intelligence artificielle (IA), nouveau mode de gestion de la Supply Chain

---

- 1.3 - Le E-commerce, nouveau mode de transaction dans la Supply Chain

---

- 1.4 - Les plateformes numériques, nouveaux maillons de la Supply Chain

---

- 1.5 - La Blockchain, nouvelle technologie de contrôle de la Supply Chain

### 2. CONTEXTE DE LA NUMÉRISATION DES CHAINES D'APPROVISIONNEMENT ALIMENTAIRES

- 2.1 - Considérations générales & Etat des lieux

---

- 2.2 - Pour quoi ? La promesse du numérique

---

- 2.3 - Positionnement des acteurs – Analyse par métier
  - Les distributeurs
  - Les transformateurs
  - Les opérateurs logistiques (transport & stockage)

---

- 2.4 - Positionnement des acteurs – Analyse par taille
  - Les entreprises multinationales
  - Les PME et ETI
  - Les artisans / indépendants

---

- 2.5 - Les nouveaux acteurs : la Foodtech

---

- 2.6 - Les nouveaux acteurs : les start-up d'optimisation de la Supply chain

---

- 2.7 - Les nouveaux acteurs : Amazon, géant de la supply chain

### 3. TRANSFORMATION DE LA NUMÉRISATION DES CHAINES D'APPROVISIONNEMENT ALIMENTAIRES

- 3.1 - Introduction

---

- 3.2 - Chaîne d'approvisionnement autonome
  - Les opérations physiques robotisées
  - Le pilotage des flux, assisté par ordinateur, puis réalisé par ordinateur

---

- 3.3 - Hausse des standards de traçabilité
  - Nouvelles possibilités techniques
  - Impératif de bon fonctionnement

---

- 3.4 - Transformation des modèles économiques
  - « Tertiarisation »
  - Une nouvelle forme de modèle économique : la plateforme

### 4. CONSÉQUENCES DE LA NUMÉRISATION DES CHAÎNES D'APPROVISIONNEMENT ALIMENTAIRES

- 4.1 - Contexte de la recherche

---

- 4.2 - Economiques
  - Impacts économiques

---

- 4.3 - Sociales & sanitaires
  - Conséquences en matière d'emplois
  - Conséquences en matière de conditions de travail
  - Questions ouvertes, non documentées concernant l'emploi
  - Impacts sanitaires

---

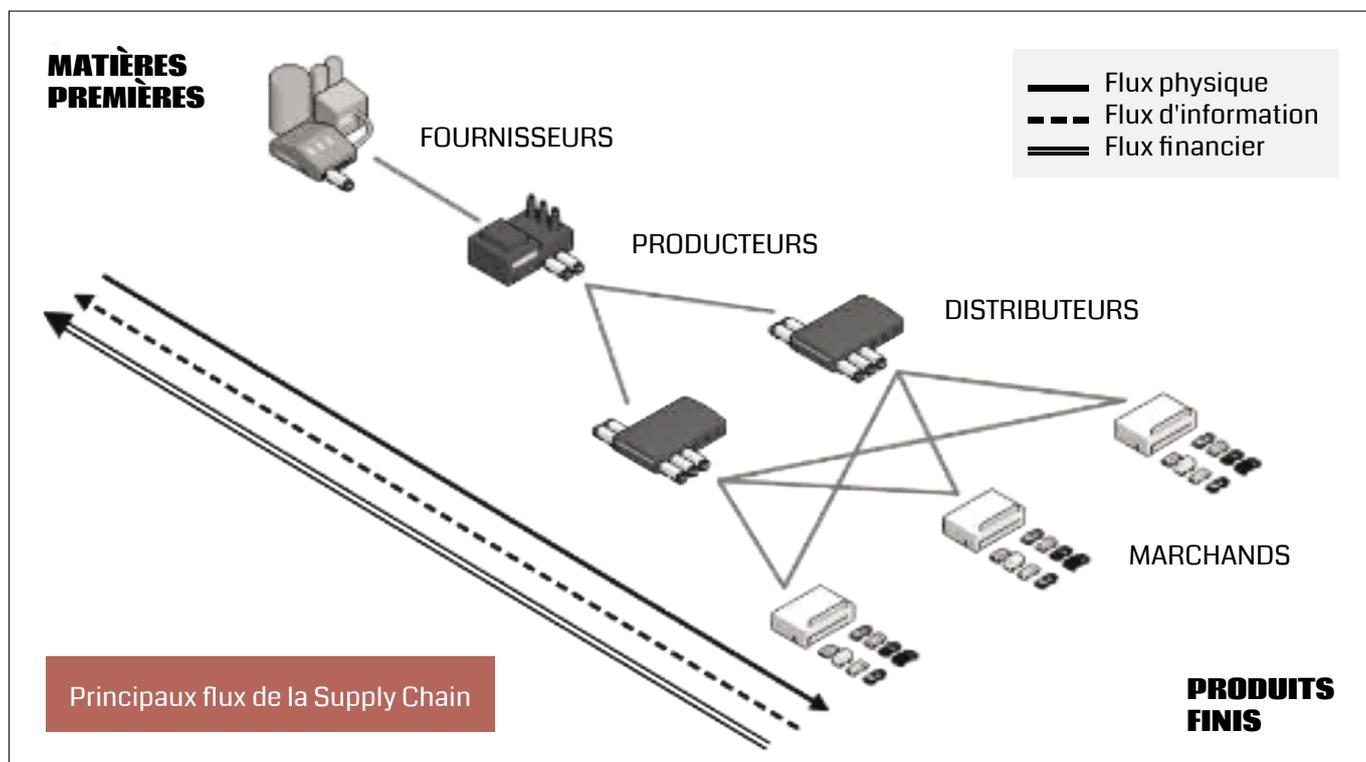
- 4.4 - Environnementales
  - Impact environnementaux négatifs et positifs

### BIBLIOGRAPHIE

# 1 - DÉFINITIONS

## 1.1 - Périmètre : les chaînes d'approvisionnement

Les chaînes d'approvisionnement (ou Supply chain) : le réseau global utilisé pour fournir produits et services au consommateur final, en partant des matières premières, grâce à la maîtrise des flux physiques, d'informations et financiers. (1)



(1) Dictionnaire de l' APICS (American Production and Inventory Control Society), via Schnapper, Alain, et Simon Tamayo. Machine Learning et Supply Chain : révolution ou effet de mode ? Presses des Mines. Economie et Gestion, 2019.

Remarque : les flux d'information font partie intégrante du métier, et ce depuis bien avant l'avènement du big data et de la numérisation

- Précision de périmètre : ce document restreint l'analyse en ôtant du périmètre :
- La production de la matière première (agricole) (couverte par le livrable 2)
  - La partie du commerce de détail, dont les transformations « sont visibles par le consommateur final » (couverte par le livrable 4)

## 1.2 - L'intelligence artificielle (IA), nouveau mode de gestion de la Supply Chain

- L'intelligence artificielle désigne la capacité à concevoir et à fabriquer des ordinateurs avec des comportements qui jusqu'à récemment, semblaient être l'apanage de l'intelligence humaine. (2) Remarque : cette définition rend la notion évolutive dans le temps (ce qui « semble être l'apanage de l'intelligence humaine » évoluant). C'est à l'image de la dynamique générale de la numérisation ou des produits fortement innovant qui deviennent vite des normes.
- De multiples technologies entrent dans le champ de l'intelligence artificielle. Elles passent toutes par une « data-ification » – c'est-à-dire une codification en données interprétable par un ordinateur - de l'environnement dans lequel elles s'inscrivent. (3)
- Quant aux applications de l'Intelligence Artificielle, elles sont très nombreuses : par définition, elle peut potentiellement toucher tout ce qui est aujourd'hui réalisé par des cerveaux humains. De par leur nature, les métiers de la Supply Chain se prêtent assez naturellement au déploiement de l'IA.

(2) Ch, Aurélie et èze. « Quelles différences entre intelligence artificielle et Machine Learning ? - », 25 avril 2019.

EN SAVOIR PLUS

(3) Craglia, Max, Alessandro Annoni, Péter Benczúr, Paolo Bertoldi, Blagoj Delipetrev, Giuditta De Prato, Claudio Feijóo, et al. Artificial Intelligence: A European Perspective, 2018.

EN SAVOIR PLUS

(1) Jökoping University.  
« Digitalization in the food industry ». Consulté le 22 mars 2021.

EN SAVOIR PLUS

- Dans le cas de notre périmètre, on s'intéressera essentiellement à la façon dont l'IA vient s'immiscer dans la prise de décision pour le pilotage des chaînes, c'est-à-dire réaliser le métier de gestionnaire de Supply Chain.
- Quand une entreprise recourt à de l'intelligence artificielle pour ses prises de décision, il est implicite qu'elle exploite des volumes de données importants. On parle de « data-driven company ». Cela peut concerner des prises de décision opérationnelles mais également des prises de décision stratégiques.

### 1.3 - Le E-commerce, nouveau mode de transaction dans la Supply Chain

Le E-commerce englobe l'ensemble des transactions qui utilisent Internet (1).

Comparé au commerce traditionnel, le E-commerce se caractérise par :

- Une zone de chalandise très élargie
- Une concurrence accrue entre les acteurs de l'offre
- Une omniprésence temporelle

Le E-commerce se développe soit par le biais d'une stratégie de diversification des canaux de distribution par les acteurs du commerce traditionnel, soit par l'émergence de plateformes qui mettent en relation des offreurs et des demandeurs.

Le E-commerce ne concerne pas uniquement la vente au consommateur final mais aussi et avant tout **l'ensemble de la supply chain, dont le B2B**.

### 1.4 - Les plateformes numériques, nouveaux maillons de la Supply Chain

Une plateforme numérique est :

- Un service occupant une fonction **d'intermédiaire dans l'accès aux informations, contenus, services ou biens édités ou fournis par des tiers**.
  - Une capacité démultipliée de mise en connexion (de fournisseurs et de clients)
  - Au-delà de l'interface technique, un outil qui organise et hiérarchise les contenus en vue de leur présentation aux utilisateurs finaux.
- *Les chaînes d'approvisionnement, parce qu'elles rassemblent des acteurs très divers, sont un terreau fertile pour l'émergence de nouvelles plateformes numériques : ces dernières permettent de démultiplier les connexions entre clients et fournisseurs, et de les identifier selon des critères pertinents.*

**Les données jouent un rôle central dans « l'économie de plateforme »**, alors qu'il est secondaire dans les modèles économiques plus classiques (2).

*« Devenir une plateforme nécessite une **stratégie volontariste** et des décisions précises concernant l'approche technologique et le partage de la valeur entre les membres d'un écosystème » (2)*

Comme pour le e-commerce, les plateformes numériques ne concernent pas uniquement la vente au consommateur final mais aussi **l'ensemble de la Supply chain**. De plus, même quand elles se concentrent sur le consommateur final, elles transforment le fonctionnement de la chaîne d'approvisionnement (fragmentation de la demande...).

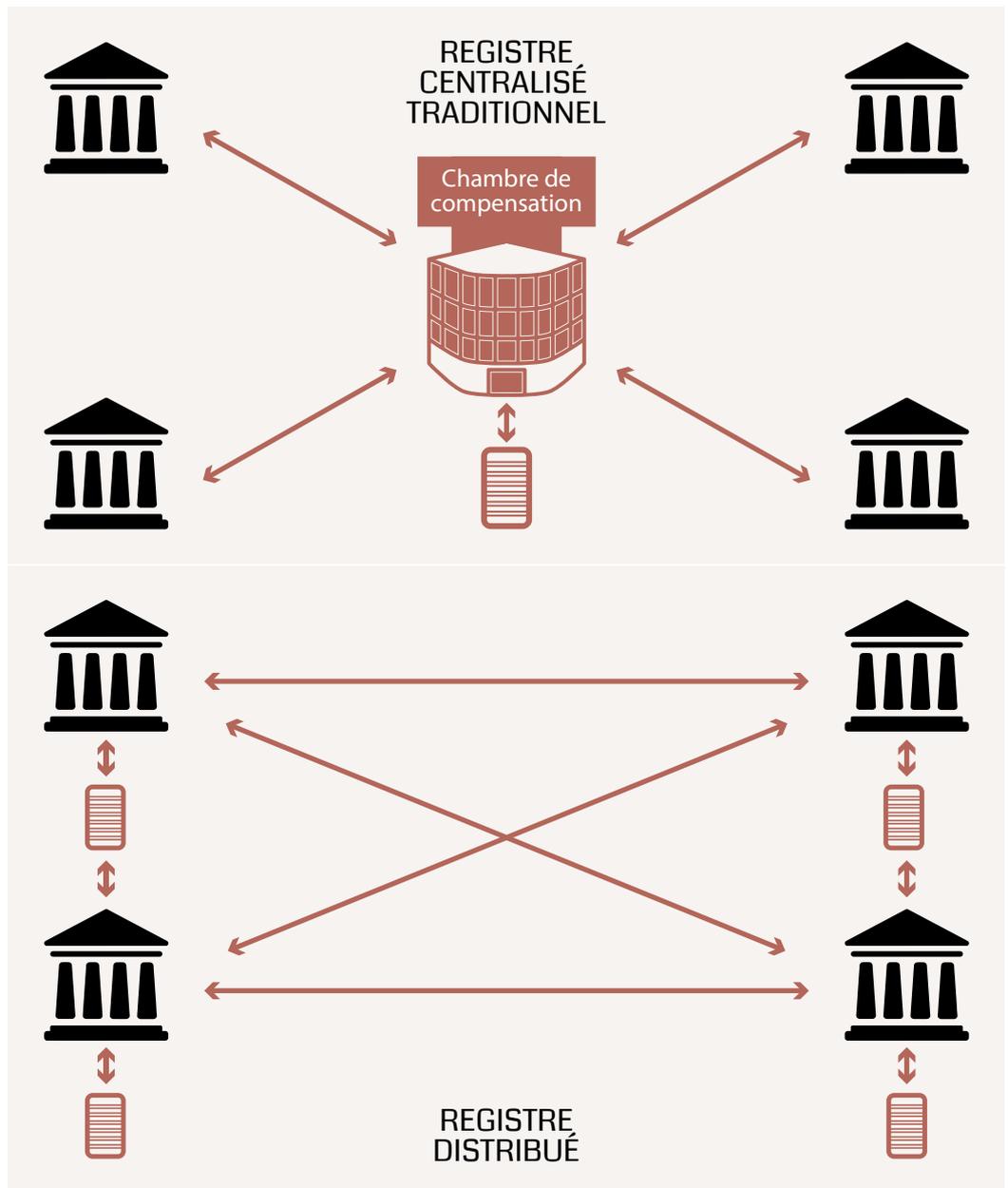
(2) Isaac, Henri. Données, Valeur et Business models, 2016.

EN SAVOIR PLUS

## 1.5 - La Blockchain, nouvelle technologie de contrôle de la Supply Chain

(1) Source du schéma :  
FAO, et ICTSD. « Emerging Opportunities for the Application of Blockchain in the Agri-Food Industry », 2018.

Une « blockchain », ou plus généralement une « technologie de registre distribué », est une méthode pour **comptabiliser les transactions** de façon fiable, sans intermédiaire, et fonctionnant comme une institution de confiance digitale. Les technologies qui mettent en œuvre cette méthode utilisent un registre digital décentralisé qui est partagé avec tous les parties prenant du réseau. (1)



Les 3 caractéristiques clés de ces technologies sont :

- La **décentralisation** (impliquant un moindre coût et une meilleure vitesse de transaction)
- La **cryptographie** pour la sécurisation des transactions
- Le partage avec toutes les parties prenantes, et donc la transparence et la traçabilité (potentiellement) pour tous les acteurs de la chaîne

## 2 - CONTEXTE DE LA NUMÉRISATION DES CHAÎNES D'APPROVISIONNEMENT ALIMENTAIRES

### 2.1 - Considérations générales & Etat des lieux

- La dynamique de numérisation des Supply Chains est structurée par 2 tendances :
  - La « technologisation » des métiers de la Supply Chain tous secteurs confondus (fabrication, transport, stockage, distribution ...)-> intégration naturelle, depuis longtemps et « au fil de l'eau », des innovations numériques, car la promesse technologique répond précisément à la vocation desdits métiers
  - L'adoption un peu plus timorée des nouvelles technologies dans le secteur agroalimentaire par rapport aux autres secteurs (spécificité culturelle...) (Cette spécificité sectorielle est particulièrement visible sur **1. la partie agricole**, et **2. la consommation** avec une légère défiance relative des consommateurs envers le e-commerce alimentaire – comparée au reste du e-commerce).
- **En bref : un métier très favorable, un secteur plus frileux**
- Dans son ensemble, **peu de remise en question de la dynamique de numérisation** de la gestion des Supply Chains, excepté sur la question de l'évolution de l'emploi (i.e. tendance à la robotisation et au remplacement d'emplois humains par des machines).
- Il faut être "un minimum" numérisé pour exister dans la gestion des Supply Chains.

**Note :** *on ne trouve pas de proposition de supply chain « low-tech », à l'exception de certains circuits courts de produits agricoles (ex : AMAP), mais dont le projet est finalement de remplacer la spécialisation des métiers de la Supply chain pour en confier la réalisation à l'agriculteur ou aux consommateurs.*

### 2.2 - Pour quoi ? La promesse du numérique

La promesse du numérique pour les métiers de la Supply Chain s'articule autour de trois idées :

- 1) Amélioration de la performance opérationnelle de la chaîne**, i.e. le cœur de métier
  - En 'régime de croisière', réduction des coûts, i.e. augmentation de la marge et/ou augmentation de la compétitivité
  - En 'gestion de risque', réduction de la fréquence des dysfonctionnements, aussi appelés 'ruptures', très préjudiciables pour les professionnels du secteur, et donc indirectement très coûteux.
- 2) Meilleure réponse au besoin client**  
(qui découle directement ou indirectement du consommateur final)
  - Capacité de répondre en temps réel aux évolutions de plus en plus rapide de la demande
  - Capacité de répondre à des demandes individualisées tout en conservant les effets d'échelle pour limiter les coûts (mass-market > mass-customization)
- 3) Mise en place d'une traçabilité** qui englobe :
  - Enjeux sanitaires
  - Engagements environnementaux
  - Engagements sociaux vis-à-vis des fournisseurs

La traçabilité est à la fois un besoin interne aux chaînes d'approvisionnement, et une demande montante des consommateurs.

La hausse des exigences du cadre législatif / normatif joue également un rôle dans cette dynamique.

(1) Isa-conso.fr. « Les 10 mesures principales du plan de transformation Carrefour 2022 ». Consulté le 25 mars 2021.

EN SAVOIR PLUS

(1) Accenture. « Intermarché | Data Transformation | Accenture ». Consulté le 23 mars 2021.

EN SAVOIR PLUS



Présentation du plan Carrefour 2022 par Alexandre Bompard, son PDG, en 2019

(2) Logistique, Stratégies. « Carrefour optimise sa supply chain grâce à l'intelligence artificielle ». Consulté le 8 avril 2021.

EN SAVOIR PLUS

(2) Isa-conso.fr. « Casino reprend l'expansion et accélère sur le digital ». Consulté le 25 mars 2021.

EN SAVOIR PLUS

(3) VILLEROY, Emilien. « À Aulnay-sous-Bois, Carrefour inaugure sa plateforme à destination du drive ». Voxlog. Consulté le 8 avril 2021.

EN SAVOIR PLUS

(4) Agro Media. « Les défis du financement pour mettre en œuvre l'usine du futur 4.0 ». Consulté le 25 mars 2021.

EN SAVOIR PLUS

## 2.3 - Positionnement des acteurs

### Analyse par métier

#### Les distributeurs

Les distributeurs ont un double métier :

- A** - c'est à la fois l'interface consommateur (ce dont nous parleront plutôt dans le chapitre suivant)
  - en contact direct avec la pression des consommateurs pour bénéficier de services numérisés (et leur attirent pour l'innovation technologique en général)
- B** - ce sont aussi les premiers donneurs d'ordre de la Supply Chain, avec une intégration verticale plus ou moins profonde de ses métiers.
  - en capacité de prendre des initiatives structurantes et de demander au reste du secteur de s'adapter (capacité d'autant plus marquée quand ladite initiative est lancée pour répondre aux attentes des consommateurs)

De plus, en que « data-rich company », la numérisation des activités est une opportunité : le pouvoir des distributeurs n'est plus uniquement leur maîtrise de la logistique jusqu'au consommateur final, mais découle aussi de leur connaissance grandissante des consommateurs, via la collecte & analyse des données de leur activité.

- d'où les investissements importants qui sont en cours chez la plupart des grandes enseignes (cf diapositive suivante, Plan Carrefour 2022)
- **Les distributeurs sont les leaders dans la dynamique de numérisation des supply chain**

#### Exemple : Plan Carrefour 2022

- 2 milliards d'euros « surtout dirigés vers l'informatique et le numérique, mais aussi la Supply Chain » (1)
- Partenariat stratégique avec Google (modalité économiques confidentielles)
- Objectif : 5 milliards d'euros dans l'e-commerce alimentaire d'ici 2022
- Ex : Déploiement d'intelligence artificielle pour optimiser les commandes fournisseurs (solution Viya) (2)
- Ex : Ouverture d'une plateforme logistique nouvelle dédiée au e-commerce de 26 000 m<sup>2</sup> en Ile de France (3)

#### Les transformateurs

- Numérisation « au fil de l'eau » pour :
    - la **traçabilité**, en tant que contrainte réglementaire
    - l'**automatisation** du fonctionnement des usines (*à divers niveaux selon les entreprises, mais toujours un minimum déjà significatif*) à des fins de compétitivité
  - En revanche, très faible culture de l'exploitation des données collectées pour de nouveaux usages (4) que pourrait être :
    - l'intégration du numérique à la prise de décisions
    - la valorisation des données dans le modèle économique / l'offre de service des entreprises
- **En bref : suivi « a minima » de la dynamique mais peu d'innovations**

#### Les opérateurs logistiques (transport & stockage)

- Culture de services, d'adaptation au fonctionnement des clients, d'interopérabilité.

(1) Agro Media. « Les défis du financement pour mettre en œuvre l'usine du futur 4.0 ». Consulté le 25 mars 2021.

EN SAVOIR PLUS

(2) Reboud, Sophie, Sonia Lequin, et Corinne Tanguy. « Digitalisation des PME de l'agroalimentaire : vers une évolution des modèles d'affaires et des processus d'innovation ». Innovations N° 64, no 1 (25 janvier 2021): 119-51.

- Attrait pour le numérique pour optimiser l'emploi de leur ressources (cœur de métier)
- *En bref suivi de la dynamique + investissements dédiés pour optimiser le fonctionnement, mais peu d'innovation ni de leadership*

## 2.4 - Positionnement des acteurs

### Analyse par taille

#### Les entreprises multinationales

- Vision partagée que la numérisation est :
  1. a minima une voie de passage inévitable,
  2. voire, une opportunité de croissance
- En Europe, on s'inspire de la dynamique plus ancienne et prononcée des USA
- Capacité de nouer des partenariats de grande envergure avec des entreprises de la 'Big Tech' ou d'autres entreprises agro-alimentaires
- Accès au financement aisé
- Pour toutes ces raisons **ces acteurs réalisent d'importants investissements dans la numérisation**

#### Les PME et ETI

- Traditionnellement équipées par de plus petites SSII éditrices de logiciels +/- sur mesure
- Difficulté à recruter les compétences nécessaires à la numérisation (1)
- Frilosité pour nouer des partenariats avec d'autres entreprises, notamment des plus grandes (2)
- **dépendance aux innovations proposées par leur fournisseurs de solutions numériques**

#### Les artisans / indépendants

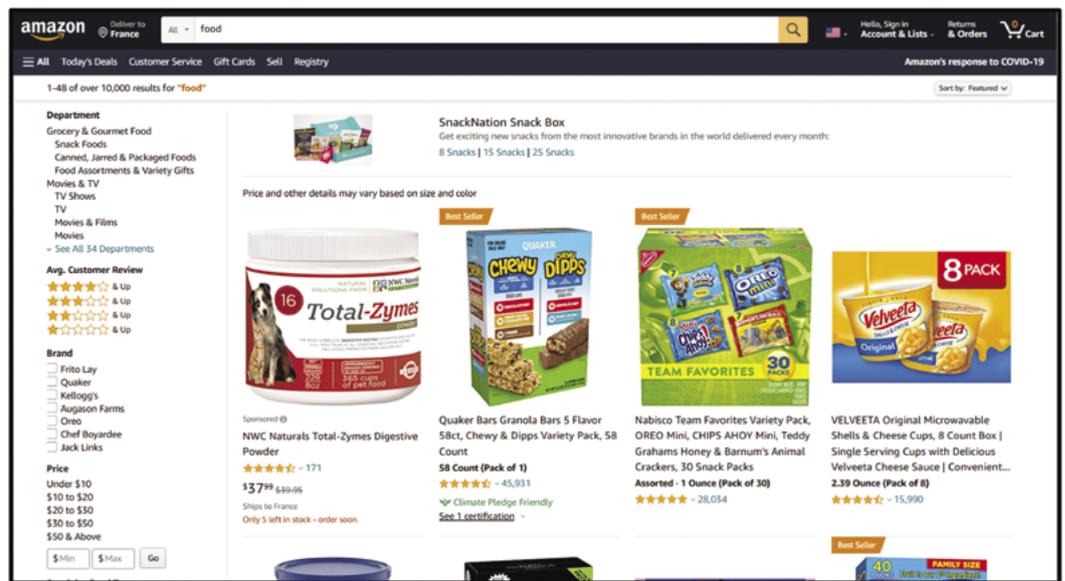
- Peu pro-actifs, faute de temps et de moyens
- + sceptiques quant à l'apport des solutions numériques et l'évolution de leur métier
- MAIS : proximité forte avec leurs clients, donc ressentent l'injonction à l'innovation numérique (la même que celle perçue par les distributeurs)
- *se retrouvent paradoxalement à utiliser les solutions numériques « à moindre coûts d'entrée » des gros acteurs du numérique (Facebook, Google, Amazon...)*



## 2.7 - Les nouveaux acteurs : Amazon, géant de la supply chain

Amazon, géant de la Supply chain, leader technologique de la vente en ligne, se lance dans l'alimentaire :

- Création en 1994 aux USA, à l'origine site web spécialisé dans la vente à distance de livre (1)
- 2008 : Lancement sur le secteur alimentaire avec Amazon Fresh (2)
- 2017 : Rachat des 400 magasins alimentaires Whole Foods (3)



- 2018 : Lancement en France d'une boutique Producteurs « Circuit-courts » (4)
- 2018 : partenariat Monoprix Amazon (5)

(1) « Amazon ». In Wikipédia, 27 mars 2021.

**EN SAVOIR PLUS**

(2) « Amazon et Whole Foods Market : ce rachat peut-il révolutionner la distribution alimentaire ? | Le Journal de l'Éco », 18 juillet 2017.

**EN SAVOIR PLUS**

(3) Wingfield, Nick, et Michael J. de la Merced. « Amazon to Buy Whole Foods for \$13.4 Billion ». The New York Times, 16 juin 2017, sect. Business.

**EN SAVOIR PLUS**

(4) Isa-conso.fr. « Circuits courts : Amazon France lance une e-boutique dédiée aux producteurs ». Consulté le 2 avril 2021.

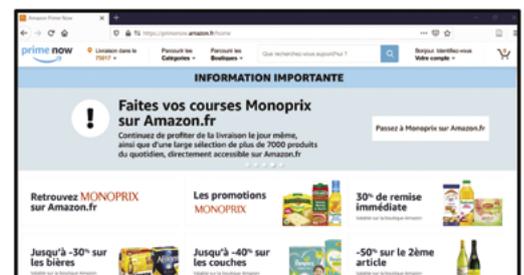
**EN SAVOIR PLUS**

(5) FrenchWeb.fr. « [DECODE] La grande distribution française et les GAFA, un pacte avec le diable ? », 23 octobre 2019.

**EN SAVOIR PLUS**

On pourrait aussi ici parler du rôle croissant que prend IBM avec IBM Food Trust qui réunit les entreprises qui déploient des Blockchains, et se positionne peut-être comme une 'plateforme' de plus en plus structurante ?

**SOURCE VIDÉO**



→ Constat de **difficulté sur ce secteur**, expliquée par

1. des attentes des consommateurs différentes,
2. une logistique plus complexe et coûteuse.

**MAIS**

→ Amazon reste considéré comme un **concurrent menaçant** par les distributeurs traditionnels (5). Il fait peu de doute qu'il va trouver la bonne formule.

## 3. TRANSFORMATION DE LA NUMÉRISATION DES CHAINES D'APPROVISIONNEMENT ALIMENTAIRES

### 3.1 - Introduction

Trois transformations clés sont à l'œuvre dans les chaînes d'approvisionnement alimentaire du fait de la numérisation :

**1 - Vers une chaîne d'approvisionnement autonome**

**2 - La hausse des standards de traçabilité**

**3 - La transformation des modèles économiques**

*Remarque : ces trois transformations font écho aux trois leitmotifs de la numérisation :*

*1. performance ; 2. traçabilité ; 3. adaptabilité.*

### 3.2 - Chaîne d'approvisionnement autonome

#### Les opérations physiques robotisées

Stockage : Les entrepôts d'Amazon



- 2012 : achat de Kiva, une entreprise de robotique pour 775 milliards de \$ (1)
- 2016 : 30 000 robots Kiva déployés dans ses entrepôts (à comparer à environ 200 000 employés) (1)
- **Une dynamique bien enclenchée** dans certaines branches d'activités, **mais pas dans l'alimentaire frais**, où le défi technologique est plus complexe et constitue l'un des principaux freins. (2)

(1) Vincent, James. « Amazon's Latest Robot Champion Uses Deep Learning to Stock Shelves ». The Verge, 5 juillet 2016.

#### EN SAVOIR PLUS

(2) Bose, Nandita. « Amazon Dismisses Idea Automation Will Eliminate All Its Warehouse Jobs Soon ». Reuters, 2 mai 2019.

#### EN SAVOIR PLUS

(3) Bogue, Robert. « Growth in e-commerce boosts innovation in the warehouse robot market ». Industrial Robot: An International Journal 43, no 6 (1 janvier 2016): 583-87.

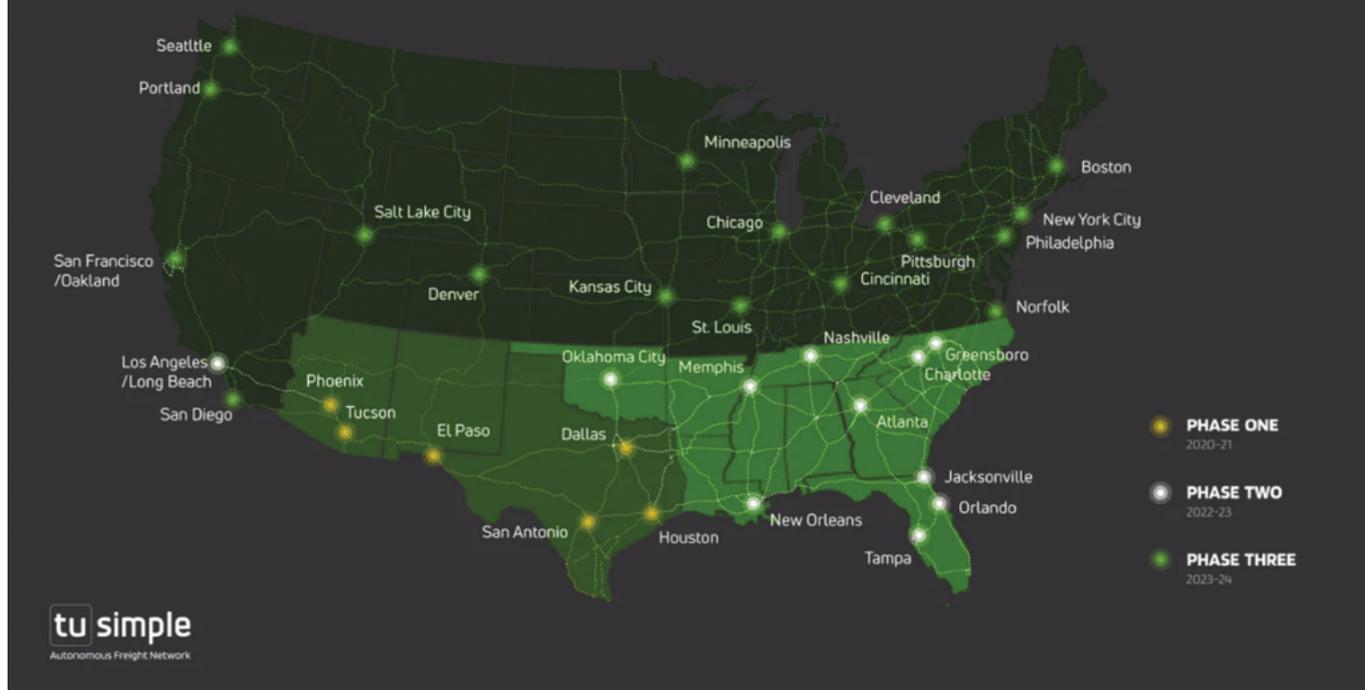
#### EN SAVOIR PLUS

« Pas d'entrepôts intégralement robotisés avant 10 ans », dicit le directeur de la division robotique de l'entreprise (2)

Plus généralement, **la croissance prévisionnelle du marché mondial de la robotique pour entrepôts est de 10% par an (2020 > 10 milliards \$)** (3)

*Remarque : la robotisation implique la numérisation (/ data-ification), et s'en sert. Cela nourrit des processus d'intelligence artificielle qui ensuite pilotent ces mêmes robots.*

## TuSimple Autonomous Freight Network Roll-Out Map



### LES TRANSFORMATIONS PROVOQUÉES PAR LA NUMÉRISATION

(1) « Autonomous trucks disrupt US logistics | McKinsey ». Consulté le 25 mars 2021.

#### EN SAVOIR PLUS

(2) « Amazon Moves Into Self-Driving Cars, Invests in Aurora | WIRED ». Consulté le 25 mars 2021.

#### EN SAVOIR PLUS

(3) « Waymo to Expand Autonomous Truck Testing in the American Southwest ». VentureBeat (blog), 30 juin 2020.

#### EN SAVOIR PLUS

(4) Heilweil, Rebecca. « Networks of Self-Driving Trucks Are Becoming a Reality in the US ». Vox, 1 juillet 2020.

#### EN SAVOIR PLUS

(5) The BRAKE Report. « Self-Driving Vehicles Under the Biden Administration », 13 novembre 2020.

#### EN SAVOIR PLUS

## Les opérations physiques robotisées

### Transport : les camions autonomes aux Etats-Unis

- Objectif clé : un espoir de réduction des coûts opérationnels d'environ 45% (1)
- Plusieurs entreprises ont déjà rendu possibles des itinéraires commerciaux :
  - Aurora (notamment Amazon) (2)
  - Waymo (Google) (3)
  - TuSimple (4)
  - Daimler
- TuSimple dispose déjà de 40 camions autonomes et 22 clients, dont McLane, un géant de la distribution alimentaire américaine
- ➔ Des réglementations sont attendues en matière de sécurité routière mais **pas de remise en question sur le développement de cette technologie** (5)
- ➔ Développement aussi initié en France

**Note :** En 2016, 6 constructeurs de poids-lourds européens (Daimler Trucks, DAF, Man, Iveco, Scania et Volvo) ont testé des camions automatisés à travers l'Europe. Des convois - composés au total de plus d'une douzaine de camions - sont partis de quatre pays (Allemagne, Belgique, Danemark et Suède) pour se rejoindre au port de Rotterdam.

Diagnostic et prospective des besoins en emplois, compétences et formations dans la logistique et le transport de fret en Bretagne, Région Bretagne, 2017

## Les opérations physiques robotisées

### Transformation (usines)



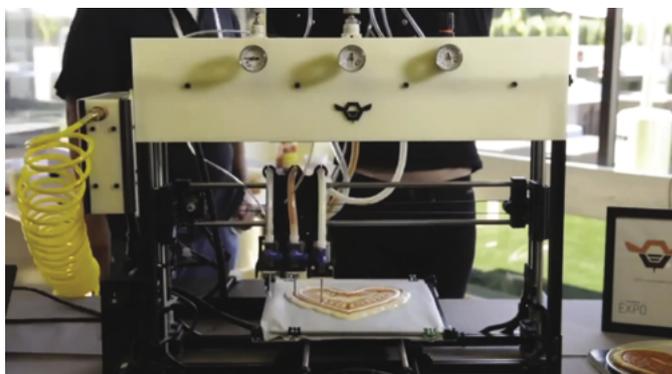
- **Robotisation des usines, processus au long cours**

- Potentiels de gains de productivité encore importants : *Exemple de l'usine Carte Noire de Montpellier : productivité double de la moyenne du secteur (tonnes/employé) grâce à un investissement de 28 millions € depuis 2016* (1)(2)
- Augmentation des fournitures de robots à l'industrie alimentaire : +15%/an entre 2012 et 2017 (3)



- **Nouvelles usines conçues en intégrant directement une très forte part de technologies numériques (robotisation & pilotage)**

- Ex de l'usine Ynsect, « entièrement robotisée » qui pourra produire 200 000 tonnes de protéines à base d'insectes.* (4)



- **Impression 3D alimentaire**

- Robot 3DChef, projet soutenu par la NASA, capable d'imprimer une pizza (cru) (5)

Potentiel fortement disruptif (reconception complète de l'outil de production), mais encore au stade d'expérimentation.

(1) La tribune. « Carte Noire : pourquoi Lavazza a investi 28 M€ dans l'Hérault ». La Tribune. Consulté le 25 mars 2021.

**EN SAVOIR PLUS**

(2) France 3 Auvergne-Rhône-Alpes. « Andrézieux (Loire) : de gros investissements dans le café en capsule ». Consulté le 25 mars 2021.

**EN SAVOIR PLUS**

(3) World Robotics. « Executive Summary World Robotics 2018 Industrial Robots », 2018.

**EN SAVOIR PLUS**

(4) ynsect.com

**EN SAVOIR PLUS**

(5) 3D Print Expo 2019. « Chefs and 3D Printers: Current Application of 3D Printing in Cooking | 3D Print Expo ». Consulté le 8 avril 2021.

**EN SAVOIR PLUS**

(1) Schnapper, Alain, et Simon Tamayo. Machine Learning et Supply Chain : révolution ou effet de mode ? Presses des Mines. Economie et Gestion, 2019.

(2) Verdouw, C. N., J. Wolfert, A. J. M. Beulens, et A. Rialland. « Virtualization of Food Supply Chains with the Internet of Things ». Journal of Food Engineering, Virtualization of Processes in Food Engineering, 176 (1 mai 2016): 128-36.

**EN SAVOIR PLUS**

(3) siemens.com Global Website. « Whitepaper: Industry 4.0: Rising to the Challenge ». Consulté le 25 mars 2021.

**EN SAVOIR PLUS**

(4) Frost, A, et Sullivan White Paper. « Digitally Perfecting the Supply Chain », s. d., 16.

(5) Entretien anonyme de la direction "Data" d'un distributeur majeur français.

(6) La Revue du Digital. « Le géant Walmart teste la négociation automatisée de contrats fournisseurs », 2020.

**EN SAVOIR PLUS**

(7) Reboud, Sophie, Sonia Lequin, et Corinne Tanguy. « Digitalisation des PME de l'agroalimentaire : vers une évolution des modèles d'affaires et des processus d'innovation ». Innovations N° 64, no 1 (25 janvier 2021): 119-51.

(8) Connecting Food. « Professionnels - Connecting Food - Le tiers de transparence ». Consulté le 2 avril 2021.

**EN SAVOIR PLUS**

(9) Agro Media. « Blockchain : Avec Track & Connect, Danone propose de tracer ses laits infantiles », 26 mars 2020.

**EN SAVOIR PLUS**

(10) Isa-conso.fr. « La première Blockchain sur la purée Mousline 100% française ». Consulté le 2 avril 2021.

**EN SAVOIR PLUS**

(11) BDN, Fanette. « Salon de l'agriculture. Herta propose de suivre son jambon à la trace depuis son smartphone ». Ouest-France.fr, 28 février 2020.

**EN SAVOIR PLUS**

## Le pilotage des flux, assisté par ordinateur, puis réalisé par ordinateur

### Transport : les camions autonomes aux Etats-Unis

Contexte de **complexité croissante** (1) :

- Chaines d'approvisionnement de plus en plus longues, du fait de la mondialisation
- Prévisions de ventes de plus en plus compliquées du fait du E-commerce
  - ▷ le recours à l'intelligence artificielle pour le pilotage est
    1. au moins une opportunité de performance,
    2. voire une nécessité pour exister.

*Remarque : les contributions de la numérisation aux gains de performances sont multiples : meilleures capacités d'analyse à fin d'optimisation (des flux...) et capacités accrues de simulation (1)*

Deux niveaux d'intégration de l'intelligence artificielle :

**1 - En régime de croisière : virtualisation de la chaîne d'approvisionnement (2)**

**Performance atteignable très intéressante (3), non spécifique à l'alimentaire) :**

- moins 12% de frais de maintenance
- moins 25% de consommation d'énergie
- moins 5% en coûts
- plus 20% de débit
- Meilleure gestion des incidents

*Exemple : réduction du temps de réaction à une « rupture » de 90% (4), Cas d'étude non alimentaire)*

**2 - En conception de chaîne**

▷ **vers une sélection des fournisseurs « pilotée par ordinateur » ? (pour l'instant surtout sur le prix)**

- Amazon : mise en concurrence automatique des fournisseurs via chatbot (5)
- Distributeur français : expérimentation de démarrer des négociations commerciales avec un chatbot (6)
- Walmart : contractualisation avec les petits fournisseurs via chatbot (7)

## 3.3 - Hausse des standards de traçabilité

### Nouvelles possibilités techniques

Le numérique apporte un lot d'innovations permettant de favoriser la traçabilité (8) :

- Internet of Things (IoT) et capteurs qui permettent de « data-ifier » la chaîne d'approvisionnement
- Blockchain qui permet de sécuriser l'information sur les transactions
- QRcode pour publier les informations sur la chaîne d'approvisionnement
- Smartphones pour visualiser ces mêmes informations

Note : La blockchain ne vient que concrétiser et sécuriser un système partenarial - Il faut un terreau de coopération ou d'intégration verticale pour pouvoir déployer une blockchain (9)

Plusieurs exemples de Blockchains :

- Danone, sur les laits infantiles pour répondre aux enjeux de traçabilité sanitaire (10)
- Nestlé, sur son produit purée Mousline, pour valoriser le savoir-faire agricole (9)
- Nestlé, sur le jambon Herta sans antibiotique, pour répondre aux enjeux de traçabilité sanitaire (11)



Produits utilisant la solution Blockchain de la start-up française Connecting Food (5)

## Impératif de bon fonctionnement

La traçabilité devient même un impératif pour permettre le fonctionnement même de la chaîne d'approvisionnement

« Il ne suffit pas qu'une entreprise opère seule, en interne, une transition vers le 4.0, mais il est nécessaire que l'ensemble de la chaîne logistique progresse dans cette transition dans une logique d'entreprise étendue (des fournisseurs des fournisseurs aux clients de clients, en passant par les équipements) » (1)

(1) Deniaud, Ioana, François Marmier, et Jean-Louis Michalak. « Méthodologie et outil de diagnostic 4.0 : définir sa stratégie de transition 4.0 pour le management de la chaîne logistique ». *Logistique & Management* 28, no 1 (2 janvier 2020): 4-17.

### EN SAVOIR PLUS

(2) Les Marchés : le média des acheteurs et vendeurs de produits alimentaires. « Herta lance la première blockchain sur du jambon ». Consulté le 2 avril 2021.

### EN SAVOIR PLUS



Conférence de lancement de la Blockchain Herta : toute la filière impliquée (2)

(1) Reboud, Sophie, Sonia Lequin, et Corinne Tanguy. « Digitalisation des PME de l'agroalimentaire : vers une évolution des modèles d'affaires et des processus d'innovation ». Innovations N° 64, no 1 (25 janvier 2021): 119-51.

(2) Peillon, Sophie. « La servicisation des entreprises industrielles - Un changement majeur de business model ». La Revue des Sciences de Gestion 2, no N° 278-279 (2016): 131-140.

(3) Gebauer, Heiko, Bo Edvardsson, Anders Gustafsson, et Lars Witell. « Match or Mismatch: Strategy-Structure Configurations in the Service Business of Manufacturing Companies ». Journal of Service Research 13, no 2 (mai 2010) : 198-215.

**EN SAVOIR PLUS**

(4) « Or Noir™, de quoi s'agit-il ? | Cacao Barry ». Consulté le 2 avril 2021.

**EN SAVOIR PLUS**

(5) Barry Callebaut. « Barry Callebaut et Nestlé s'associent dans le cadre d'une première mondiale », 2019.

## 3.4 - Transformation des modèles économiques

### « Tertiariation »

- La transition numérique est un élément déclencheur de transformation des modèles économiques (1)
- Les opérations physiques occupent de moins en moins de place dans la proposition et la création de valeur des entreprises. En vis-à-vis ce sont les services proposés autour qui gagnent de plus en plus d'importance : c'est la « tertiariation », ou « servicisation » (2)
- Cette dynamique fait aussi évoluer le rôle du client, d'un comportement transactionnel fondé sur l'achat d'un bien vers une logique relationnelle, fondée sur l'engagement et la collaboration. (2)

4 stratégies de tertiariation sont aujourd'hui à l'œuvre, quel que soit le maillon de la chaîne d'approvisionnement (3) :

- Après-vente : offre de services de maintenance
- Soutien client : offre de services individualisés / permettant la différenciation
- ➔ Ex : Elaboration de recettes sur mesure dans le secteur chocolatier par Barry Callebaut (4)
- Externalisation du risque : prise en charge du risque opérationnel du client
- Partenariat de développement : co-investissement en recherche et développement
- ➔ Ex : Développement du chocolat « Ruby » par Barry Callebaut pour Kit-Kat (5)

### Une nouvelle forme de modèle économique : la plateforme

- La technologie numérique permet l'émergence de plateformes digitales. Ces plateformes ont un modèle économique orienté autour d'un positionnement stratégique entre deux écosystèmes d'acteurs.
- L'important nombre de plateformes émergentes est notamment du au faible coût d'investissement (barrière à l'entrée basse).
- Ces plateformes peuvent à la fois être 'un intermédiaire de plus' dans la longue chaîne de valeur alimentaire, ou bien être une nouvelle chaîne de valeur plus courte entre les producteurs et consommateurs, et 'court-circuiter' les intermédiaires traditionnels.

#### Exemple La Ruche qui dit Oui



- 40 salariés dont moitié de développeurs
- Relie 10 000 producteurs à 200 000 consommateurs réguliers
- C'est une entreprise du numérique, qui s'assume comme telle, mais d'un numérique relativement low tech (pas de « big data » par exemple)
- Deux métiers :
  - Construire la plateforme la plus fonctionnelle possible et faciliter sa réappropriation
  - Gérer le réseau
- Rôle de gestionnaire de réseau : harmoniser les pratiques, poser le cadre, les règles...

## 4 - LES CONSÉQUENCES AMBIVALENTES DE LA NUMÉRISATION DES CHÂÎNES D'APPROVISIONNEMENTS ALIMENTAIRES

### 4.1 - Contexte de la recherche

- Les conséquences environnementales et sociales de la numérisation des chaînes d'approvisionnement font l'objet de peu de recherches (bien moins que la numérisation de l'agriculture ou que l'impact des nouvelles technologies sur les comportements de consommation)
  - peu de littérature produite par la sphère académique, institutionnelle, ou les organisations de la société civile
- Possible explication : les dynamiques d'évolution vues comme inéluctables, tirées par une recherche de performance intrinsèque aux métiers de la Supply Chain.
- Nous avons tout de même essayé de documenter, en fonction des connaissances disponibles, quelques-unes des conséquences identifiées sur la société, et de les mettre en discussion.

### 4.2 - Economiques

#### Impacts économiques :

- Réduction des coûts opérationnels de la chaîne d'approvisionnement (1)
- En vis-à-vis, coûts importants de mise en place (investissement) et de maintenance (coût qui revient tous les ans) des outils numériques
  - Manque de mesure fiable du coût complet de la numérisation des chaînes d'approvisionnement
  - Difficulté à déployer la numérisation (et les changements de pratiques associés) tout en étant rentable, ou a minima de disposer des moyens suffisants pour investir

Au final, qui sont les principaux bénéficiaires ?

- Part croissante du chiffre d'affaires du secteur agricole et alimentaire allouée aux « entreprises de la Tech » (GAFA, SSII, Start-ups..)
- Contexte de guerre des prix dans le secteur alimentaire qui laisse penser que la réduction des coûts va engendrer une réduction des prix. C'est le consommateur final en aval de la chaîne qui a des chances de bénéficier le plus de la numérisation des chaînes d'approvisionnement

### 4.3 - Sociales & sanitaires

#### Conséquences en matière d'emplois (2)

- **Négatifs**
  - Destruction d'emplois peu qualifiés (manutentionnaire, chauffeur de poids lourd, opérateur usine...), de manière indirecte via le remplacement d'entreprises à forte intensité d'emploi par des entreprises plus automatisées/robotisées qui ont les moyens d'investir (3).
  - Risque de précarisation plus forte des emplois de services (4)
- **Positifs**
  - Création de nouveaux emplois très qualifiés (ingénieur, analyste de données...) mais aussi d'emplois accessibles à des personnes peu qualifiées & polyvalentes issues de secteurs divers (pour l'instant)

(1) Région Bretagne, Diagnostic et prospective des besoins en emplois, compétences et formations dans la logistique et le transport de fret en Bretagne, 2017

(2) France Stratégie.

#### EN SAVOIR PLUS

(3) Diagnostic et prospective des besoins en emplois, compétences et formations dans la logistique et le transport de fret en Bretagne, Région Bretagne, 2017

(4) Patrick Artus « Le robot contre la mobilité sociale ».

#### EN SAVOIR PLUS

(1) Des robots et des hommes. Pour une vision confiante de la logistique 2025, Roland Berger, 2016.

(2) Des robots et des hommes. Pour une vision confiante de la logistique 2025, Roland Berger, 2016, sur la base de l'intensité en emploi de l'industrie automobile, considérée comme une référence

(3) Köhler, Susanne, et Massimo Pizzol. « Life Cycle Assessment of Bitcoin Mining ». Environmental Science & Technology 53, no 23 (3 décembre 2019): 13598-606.

**EN SAVOIR PLUS**

(4) The Shift Project. « Publication du rapport "Déployer la sobriété numérique" », 14 octobre 2020.

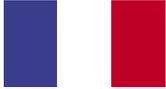
**EN SAVOIR PLUS**

(5) Pigneur, Judith. « Mise au point d'une méthode intégrée d'analyse des impacts des filières de matières premières minérales ». Phdthesis, Université Paris Saclay (COMUE), 2019.

**EN SAVOIR PLUS**

(6) France Stratégie. « La consommation de métaux du numérique : un secteur loin d'être dématérialisé », 2020.

**EN SAVOIR PLUS**

Part des entrepôts ayant testé ou déployé des solutions robotiques (1)		Destruction potentielle d'emplois dans la logistique en zone Euro du fait de la robotisation (2)
 <b>10%</b>	 <b>2%</b>	 <b>-40% en 2035</b>

### Conséquences en matière de conditions de travail (3)

- Répondre aux normes de réduction de pénibilité
- Pallier les problèmes de recrutement de métiers non attractifs (charges lourdes, travail dans le froid...)

« Jamais on n'aurait pensé robotiser les expéditions, mais on nous demande de plus en plus de le faire, on n'est même pas dans la rentabilité, mais une solution pour supprimer la pénibilité et faire face aux difficultés de recrutement, à l'absentéisme »

### Questions ouvertes, non documentées concernant l'emploi :

- Ambivalence de l'impact sur les métiers de l'artisanat et leur intégration dans les chaînes d'appro. :

**Moins :** Fracture numérique qui isole ces acteurs

**Plus :** Plateformes numériques qui permettent à ces acteurs de se connecter à de nouveaux écosystèmes

- Vers des chaînes d'approvisionnement plus partenariales ? L'orientation vers une économie de services et l'importance croissante des échanges de données est-elle propice à la création de partenariats nouveaux et d'un esprit plus collaboratif le long des chaînes ?
- Diversification ou uniformisation :

**Plus :** démultiplication en cours des outils (numériques, robotisés...) et des modes de gestion innovants (des Supply chains, des usines...)

**Moins :** un besoin d' « interopérabilité » des systèmes d'information qui pousse à l'uniformisation des processus

### Impacts sanitaires :

Réduction potentielle du risque sanitaire grâce à l'amélioration de la traçabilité dans les chaînes d'appro. : un bénéfice potentiel mais non documenté ni avéré en l'état actuel des connaissances.

## 4.4 - Environnementales

### Impact environnementaux négatifs

- Blockchain : un coût énergétique important
  - consommation du réseau BitCoin en 2018 au niveau mondial : 31 000 000 MWh (1) i.e. 1 / 5<sup>e</sup> de réacteur nucléaire type EPR
- Le numérique, de façon générale, représente 4% des émissions GES mondiales (4). Dynamique actuelle : +9% de consommation énergétique par an du numérique
- Epuisement des ressources minérales nécessaires à la production des éléments numériques, et difficultés structurelles de leur recyclage (5) (6)

(1) Le Point. « Quand le "big data" fait la chasse au gaspillage alimentaire ». Le Point, 18 novembre 2016.

EN SAVOIR PLUS

(2) METRON (Headquarter). « METRON - L'Intelligence énergétique pour les Industries ». Consulté le 8 avril 2021.

EN SAVOIR PLUS

## Impacts environnementaux positifs

- Diminution du gaspillage  
*Ex : Etude pilote d'exploitation BigData sur la logistique de 10 magasins : -22% de gaspillage (1)*
  - Economie d'énergie dans la réalisation opérationnelle de certaines opérations de la chaîne d'approvisionnement.  
*Ex : Danone, -10% de la consommation énergétique via l'entreprise METRON (2) (solution Big Data)*
- Pas de consensus sur la balance de ces impacts
- La numérisation peut aider à mieux mesurer ces derniers sur le cycle de vie, mais seulement sur les produits qui s'y prêtent

## BIBLIOGRAPHIE

*Amazon et Whole Foods Market : ce rachat peut-il révolutionner la distribution alimentaire ?* | Le Journal de l'Éco, 18 juillet 2017

*Or Noir™, de quoi s'agit-il ?* | Cacao Barry. Consulté le 2 avril 2021

*Waymo to Expand Autonomous Truck Testing in the American Southwest.* VentureBeat (blog), 30 juin 2020

*3D Print Expo 2019. Chefs and 3D Printers: Current Application of 3D Printing in Cooking* | 3D Print Expo. Consulté le 8 avril 2021

*Accenture. Intermarché | Data Transformation* | Accenture. Consulté le 23 mars 2021

*Agro Media. Blockchain : Avec Track & Connect, Danone propose de tracer ses laits infantiles,* 26 mars 2020

*Agro Media. Les défis du financement pour mettre en œuvre l'usine du futur 4.0.* Consulté le 25 mars 2021

*Amazon Moves Into Self-Driving Cars, Invests in Aurora* | WIRED. Consulté le 25 mars 2021

*Autonomous trucks disrupt US logistics* | McKinsey. Consulté le 25 mars 2021

*Barry Callebaut. Barry Callebaut et Nestlé s'associent dans le cadre d'une première mondiale,* 2019

*BERTHELOT, Benoît. Comment l'algorithme d'Amazon impose ses prix aux fournisseurs.* Capital.fr, 26 décembre 2017

*Bogue, Robert. « Growth in e-commerce boosts innovation in the warehouse robot market ».* Industrial Robot: An International Journal 43, no 6 (1 janvier 2016)

*BON, Fanette. Salon de l'agriculture. Herta propose de suivre son jambon à la trace depuis son smartphone.* Ouest-France.fr, 28 février 2020

*Bose, Nandita. Amazon Dismisses Idea Automation Will Eliminate All Its Warehouse Jobs Soon.* Reuters, 2 mai 2019

*Ch, Aurélie et èze. Quelles différences entre intelligence artificielle et Machine Learning ?*

*Connecting Food. Professionnels - Connecting Food - Le tiers de transparence.* Consulté le 2 avril 2021

*Craglia, Max, Alessandro Annoni, Péter Benczúr, Paolo Bertoldi, Blagoj Delipetrev, Giuditta De Prato, Claudio Feijóo, et al. Artificial Intelligence: A European Perspective,* 2018

*Deniaud, Ioana, François Marmier, et Jean-Louis Michalak. « Méthodologie et outil de diagnostic 4.0 : définir sa stratégie de transition 4.0 pour le management de la chaîne logistique ».* Logistique & Management 28, n° 1 (2 janvier 2020)

*Des robots et des hommes. Pour une vision confiante de la logistique 2025,* Roland Berger, 2016

*Dictionnaire de l' APICS (American Production and Inventory Control Society), via Schnapper, Alain, et Simon Tamayo. Machine Learning et Supply Chain : révolution ou effet de mode ?* Presses des Mines. Economie et Gestion, 2019.

*FAO, et ICTSD. « Emerging Opportunities for the Application of Blockchain in the Agri-Food Industry »,* 2018

*France 3 Auvergne-Rhône-Alpes. Andrézieux (Loire) : de gros investissements dans le café en capsule.* Consulté le 25 mars 2021

FrenchWeb.fr. [DECODE] *La grande distribution française et les GAFAs, un pacte avec le diable ?*, 23 octobre 2019

Frost, A, et Sullivan White Paper. *Digitally Perfecting the Supply Chain*

Gebauer, Heiko, Bo Edvardsson, Anders Gustafsson, et Lars Witell. *Match or Mismatch: Strategy-Structure Configurations in the Service Business of Manufacturing Companies*. Journal of Service Research 13, no 2 (mai 2010)

Heilweil, Rebecca. *Networks of Self-Driving Trucks Are Becoming a Reality in the US*. Vox, 1 juillet 2020

Isaac, Henri. *Données, Valeur et Business models*, 2016

Jokoping University. *Digitalization in the food industry*

Köhler, Susanne, et Massimo Pizzol. *Life Cycle Assessment of Bitcoin Mining*. Environmental Science & Technology 53, n° 23 (3 décembre 2019)

La Revue du Digital. *Le géant Walmart teste la négociation automatisée de contrats fournisseurs*, 2020

La tribune. *Carte Noire : pourquoi Lavazza a investi 28 M€ dans l'Hérault*. La Tribune. Consulté le 25 mars 2021

Les Marchés : le média des acheteurs et vendeurs de produits alimentaires. *Herta lance la première blockchain sur du jambon*. Consulté le 2 avril 2021

Logistique, Stratégies. *Carrefour optimise sa supply chain grâce à l'intelligence artificielle*. Consulté le 8 avril 2021

Isa-conso.fr. *Casino reprend l'expansion et accélère sur le digital*. Consulté le 25 mars 2021

Isa-conso.fr. *Circuits courts : Amazon France lance une e-boutique dédiée aux producteurs*. Consulté le 2 avril 2021

Isa-conso.fr. *La première Blockchain sur la purée Mousline 100% française*. Consulté le 2 avril 2021

Isa-conso.fr. *Les 10 mesures principales du plan de transformation Carrefour 2022*. Consulté le 25 mars 2021

METRON (Headquarter). « *METRON - L'Intelligence énergétique pour les Industries* ». Consulté le 8 avril 2021

Patrick Artus « *Le robot contre la mobilité sociale* », 2020

Peillon, Sophie. *La servicisation des entreprises industrielles - Un changement majeur de business model*. La Revue des Sciences de Gestion 2, no N° 278-279 (2016)

Reboud, Sophie, Sonia Lequin, et Corinne Tanguy. *Digitalisation des PME de l'agroalimentaire : vers une évolution des modèles d'affaires et des processus d'innovation*. Innovations N° 64, n° 1 (25 janvier 2021)

Reboud, Sophie, Sonia Lequin, et Corinne Tanguy. *Digitalisation des PME de l'agroalimentaire : vers une évolution des modèles d'affaires et des processus d'innovation*. Innovations N° 64, n° 1 (25 janvier 2021)

Région Bretagne, *Diagnostic et prospective des besoins en emplois, compétences et formations dans la logistique et le transport de fret en Bretagne*, 2017

Schnapper, Alain, et Simon Tamayo. *Machine Learning et Supply Chain : révolution ou effet de mode ?* Presses des Mines. Economie et Gestion, 2019

siemens.com Global Website. *Whitepaper: Industry 4.0: Rising to the Challenge*. Consulté le 25 mars 2021

The BRAKE Report. *Self-Driving Vehicles Under the Biden Administration*, 13 novembre 2020

The Shift Project. *Publication du rapport "Déployer la sobriété numérique"*, 14 octobre 2020

---

Verdouw, C. N., J. Wolfert, A. J. M. Beulens, et A. Rialland. *Virtualization of Food Supply Chains with the Internet of Things*. *Journal of Food Engineering, Virtualization of Processes in Food Engineering*, 176 (1 mai 2016)

---

VILLEROY, Emilien. À *Aulnay-sous-Bois, Carrefour inaugure sa plateforme à destination du drive*. *Voxlog*. Consulté le 8 avril 2021

---

Vincent, James. *Amazon's Latest Robot Champion Uses Deep Learning to Stock Shelves*. *The Verge*, 5 juillet 2016

---

Wingfield, Nick, et Michael J. de la Merced. *Amazon to Buy Whole Foods for \$13.4 Billion*. *The New York Times*, 16 juin 2017

---

World Robotics. *Executive Summary World Robotics 2018 Industrial Robots*, 2018