



SUPPLY CHAIN INNOVANTE

PLAN DU MODULE SUPPLY CHAIN INNOVANTE

Supply Chain 2030 : Scénarios et ruptures,
Méthodes de prospective, signaux faibles,
tendances

Supply Chain circulaire & Économie régénérative,
Boucles fermées, écosystèmes symbiotiques,
impact social

Low-tech Logistics & Sobriété logistique, Concepts
de frugalité, résilience locale, déspecialisation
technique

Logistique humanitaire et d'urgence, Approches
tactiques, logistique dégradée, gestion des risques
extrêmes

Design éthique de la chaîne de valeur, Éthique, RSE,
chaîne de valeur responsable, data éthique

Supply Chain ouverte et collaborative, Open
innovation, co-supply, logistique partagée

Biomimétisme et inspiration vivante, Organisation
décentralisée, flux organiques, logique de niches

IA Générative et Supply Chain créative, Utilisation
de l'IA pour simuler, concevoir, anticiper
Restitution finale & évaluation, Synthèse, feedback
croisés

Biomimétisme & organisation décentralisée

Objectifs

Traduire des **invariants du vivant** (*redondance simple, modularité, stigmergie, fractalité, parcimonie*) en **principes de SUPPLY CHAIN**.

- Concevoir un **réseau décentralisé** (arbre minimal, maillage renforcé, cellules locales) à partir de **règles locales**.
- Segmenter la **demande en niches** (généraliste, spécialiste, local) et définir des **promesses de service** cohérentes.
- Évaluer **km, CO₂, proximité** et formaliser des **décisions “si... alors...”** avec **indicateurs sentinelles**.



Redondance simple

Définition : présence de **solutions de repli** faciles (un “plan B” proche) pour qu’un système continue à fonctionner quand un élément tombe.

Traduction SUPPLY CHAIN :

- **itinéraire bis** si un axe est coupé,
- **fournisseur secondaire** sur une pièce critique,
- **petit stock tampon** sur les références sensibles,
- **capacité alternative** (un site relais, un prestataire activable).

“Simple” = pas une double infrastructure complète partout, juste **de quoi éviter l’arrêt.**

Sentinelle : *Taux de couverture des références critiques par une solution de repli*

- Indicateur : % de **références critiques** ayant **au moins 1 alternative** (fournisseur B, itinéraire bis, capacité relais)
- Seuil : < **90 %** → alerte

Règle “si... alors...”

- **Si** une référence critique n’a **pas** d’alternative **alors** créer un repli “simple” (fournisseur B ou stock tampon minimal) avec délai de mise en place ≤ 30 jours.



Modularité

Définition : un système composé de **modules autonomes**, reliés entre eux par des interfaces simples.

Traduction SUPPLY CHAIN :

- **cellules locales** (petits hubs) capables d'opérer avec leurs propres règles,
- processus "briques" (réception, tri, préparation, expédition) qu'on peut **répliquer** ou **déplacer**,
- standardisation des interfaces (contenants, étiquetage, créneaux, règles de transfert).
- **Avantage** : on **scale** et on **répare** plus vite (on remplace un module sans refaire tout le système).

Sentinelle : Temps de bascule d'un module

- **Indicateur** : **temps pour transférer** une activité (préparation/tri) vers un autre module (site, prestataire, cellule)
- **Seuil** : > **48 h** → modularité insuffisante

Règle "si... alors..."

- **Si** la bascule > 48 h **alors** standardiser l'interface (étiquettes, unités logistiques, procédure de transfert) + créer un kit de déploiement (mode opératoire + formation express).



Stigmergie

Définition : coordination **sans chef** via des **traces locales** laissées par l'activité, qui guident les actions suivantes.
(Comme des fourmis qui suivent une piste.)

Traduction SUPPLY CHAIN :

- **tableau visuel** au quai (priorités mises à jour en temps réel),
- **signaux simples** : “file rouge”, “zone saturée”, “bac manque”, “étiquette urgence”,
- **règles locales** : “si la file dépasse X, on bascule vers le poste B”.

L'info n'est pas centralisée : elle est **visible là où l'action se passe.**

Sentinelle : *Saturation visible sur le terrain*

- **Indicateur** : **temps d'attente** en file à un point clé (quai, tri, préparation)
- **Seuil** : > **20 min** sur 3 créneaux dans la journée → alerte

Règle “si... alors...”

- **Si** la file > 20 min **alors** activer la règle locale : “renfort 1 personne + bascule vers poste B + priorité aux flux urgents (étiquette rouge)”, sans validation centrale.



Fractalité

Définition : une structure qui se répète à différentes échelles (le même “motif” du petit au grand).

Traduction SUPPLY CHAIN :

- **hub / sous-hub / point local** avec des règles similaires,
- même logique de pilotage (files, seuils, repli) du micro-hub urbain au réseau national,
- mêmes indicateurs clés, adaptés à l'échelle.

Avantage : cohérence + déploiement rapide (“ce qui marche à petite échelle” s'étend).

Sentinelle : *Alignement des règles entre niveaux*

- Indicateur : % de **sites/hubs** appliquant le même “socle” (3 indicateurs + 3 règles de bascule)
- Seuil : < **80 %** → dérive du modèle fractal

Règle “si... alors...”

- **Si** un site n'utilise pas le socle commun **alors** déployer le “kit fractal” (tableau visuel + seuils + rituels 10 minutes) et laisser seulement 1 variable locale (adaptation contexte).



Parcimonie

Définition : faire le **nécessaire** avec le **minimum de ressources** (énergie, kilomètres, complexité), sans perdre la fonction essentielle.

Traduction SUPPLY CHAIN :

- **flux courts** et regroupements intelligents,
- éviter la sur-optimisation technologique,
- limiter les étapes, les manipulations, les kilomètres “à vide”,
- privilégier des règles simples et robustes.

C'est une “sobriété” orientée efficacité : **moins de complexité = plus de fiabilité.**

Sentinelle : *Complexité qui gonfle*

- Indicateur : **nombre d'exceptions** au processus standard / semaine (ou % commandes hors standard)
- Seuil : **> 5 %** → système pas parcimonieux (trop d'exceptions = fragilité)

Règle “si... alors...”

- **Si** exceptions > 5 % **alors** supprimer 1 règle / 1 étape / 1 option produit (ou regrouper) et revenir à une version “simple” avant d'optimiser à nouveau.



Dans la nature, quel système vous semble le plus pertinent pour inspirer un réseau logistique :

fourmis, mycélium, ou fleuves ?

Pourquoi ?

Je choisis mon modèle biologique selon le problème : comportement local (fourmis), architecture résiliente (mycélium), ou flux et capacités (fleuves).

Invariants du vivant → principes logistiques

- **Redondance simple** → chemins de repli ; **Modularité** → cellules locales autonomes ;
- **Stigmergie** (coordination par traces locales) → **tableaux visuels**, priorités terrain, files régulées ;
- **Fractalité** → hiérarchie hub/sous-hub/points ; **Parcimonie** → flux courts, regroupement ;
- **Boucles de rétroaction** → seuils, renforcement/inhibition ; **Diversité** → niches.





Architectures inspirées

- **Arbre minimal** (économe en infrastructure, plus vulnérable).
- **Maillage renforcé** (redondances, contournement d'obstacles).
- **Cellules locales** (autonomie, proximité, règles locales fortes).
- **Règles locales "si... alors..."** : bascule itinéraire, ouverture d'un sous-hub temporaire, regroupement si taux de remplissage bas, etc.

Mesures et sentinelles

- **Km d'infrastructure** (somme des arcs), **km de parcours** (sinuosité \times distance minimale), **CO₂**, % **commandes locales** (\leq rayon).
- **Sentinelles** : retards récurrents, saturation d'un hub, axe fermé, SI indisponible \rightarrow **plans de repli**.



Un **réseau vivant** en SUPPLY CHAIN, ce n'est pas un réseau "parfait" et figé : c'est un réseau qui **se transforme** en continu :

- il **change de forme** (bascule hub / sous-hub, chemins alternatifs),
- il **réalloue** ses ressources (capacité, priorités, niches),
- il **réagit** à des signaux simples (sentinelles) via des règles locales "si... alors...".

Le vivant ne cherche pas l'optimum permanent : il cherche la **continuité** par l'adaptation.

« **Rien ne se perd,
rien ne se crée,
tout se
transforme.** »

Antoine Lavoisier

Si tout se transforme, alors la vraie question n'est pas
« **quel est le meilleur réseau ?** »

La vraie question est :
« **quel réseau sait changer vite, sans se désorganiser ?** »

Un réseau trop centralisé est efficace... jusqu'au jour où il casse.

Un réseau trop maillé est résilient... jusqu'au jour où il devient ingérable.

Le “vivant” cherche un équilibre :
modularité + redondance simple + règles locales + parcimonie.

Lavoisier nous rappelle : *rien ne se perd, tout se transforme.*

En logistique, c'est pareil : un incident ne "disparaît" pas — il se transforme en file, en retard, en surcharge, en détour, en litige.

Donc aujourd'hui, votre mission n'est pas de dessiner un « beau réseau » : c'est de concevoir un réseau qui sait se transformer sans perdre le contrôle.

Vous allez construire un réseau inspiré du vivant, avec 3 niches de service. Puis vous allez le tester en tirant des événements : saturation, axe coupé, contrainte ZFE, panne SI...

À chaque événement, vous devez décider vite, localement, avec des règles simples : des **sentinelles**, des **seuils**, et des décisions "**si... alors...**".

Votre meilleur score ne sera pas "le réseau le plus ambitieux". Ce sera **le réseau le plus pilotable** : clair, modulaire, avec des replis simples, et peu d'exceptions. »

« Selon vous, dans un réseau logistique, qu'est-ce qui "se transforme" le plus vite :
la demande, la capacité, ou l'information ?
Et qu'est-ce qu'on doit donc piloter en priorité ? »

La demande bouge, la capacité casse, et l'information circule plus ou moins bien.

Mais ce qu'on pilote vraiment, c'est la **transformation** : comment un incident devient une file, puis un retard... ou au contraire une bascule maîtrisée.

Donc aujourd'hui : **sentinelles + seuils + règles locales**, pour que le réseau se transforme sans se désorganiser.

Saturation au quai (stigmergie)

Sentinelle : temps de file au quai (min)

Seuil : 20 min

Règle : si file > 20 min **alors** ouvrir poste B + renfort 1 personne + priorité niche A pendant 30 min.

Sur-centralisation (redondance simple)

Sentinelle : taux d'occupation du hub principal (%)

Seuil : 85 %

Règle : si > 85 % **alors** délester 20 % des flux vers hub de repli (zones définies) pour 24 h + réévaluer à H+2.

Explosion d'exceptions (parcimonie)

Sentinelle : % commandes "hors standard"

Seuil : 5 % / semaine

Règle : si > 5 % **alors** supprimer 1 variante (emballage / mode de préparation) + imposer 1 standard unique pendant 1 semaine.

Dégradation qualité "fragile" (niche spécialiste)

Sentinelle : incidents "fragile" / 100 livraisons

Seuil : 2

Règle : si > 2/100 **alors** basculer le fragile sur circuit dédié (contrôle + manutention renforcée) + audit du point de rupture (quai/transport).

Panne du système d'information (résilience dégradée)

Sentinelle : indisponibilité SI (minutes) — **seuil** : 30 min

Règle : si SI indisponible > 30 min **alors** bascule papier (liste de préparation + bordereaux) + saisie différée fin de tournée + point de situation toutes les 60 min.