

NÉGOCEFLOW SUPPLY PLANNING LAB

Pilotage du réassort multi-agences dans le négoce de matériaux de construction

Prévisions, saisonnalité, niveaux de stock, causes de rupture, corrections massifiées, BI et déploiement multi-sites

AGENCES	ARTICLES	COUPLES ACTIFS	SEMAINES
72	320	10 368	104

Rapport méthodologique et dossier de résultats - version 1.1 audité - juillet 2026

PÉRIMÈTRE DE PREUVE Le réseau, les données, les résultats et les flux sont synthétiques. Les 320 articles constituent un sous-ensemble analytique d'assortiment, pas l'activité totale des agences. Les effets sont issus d'une simulation contrafactuelle reproductible. Les intégrations propriétaires sont représentées par des contrats, mappings et fichiers de staging.

01 / SYNTHÈSE

Synthèse exécutive

Une politique de réassort différenciée réalloue le capital des références lentes vers les articles rapides, améliore le service et réduit simultanément le stock du périmètre réseau.

SERVICE UNITÉ	RUPTURES LIGNES	STOCK RÉSEAU AGENCES	WMAPE DC-FAMILLE
97,5 %	5,3 %	€6,08m	9,1 %

KPI	Baseline	Optimisé	Écart
Service unité	91,7 %	97,5 %	+5,8 pts
Service lignes	89,9 %	94,7 %	+4,9 pts
Lignes en rupture	10,1 %	5,3 %	-4,9 pts
Stock réseau agences	€6,32m	€6,08m	-3,8 %
Ventes perdues annualisées	€6,83m	€1,86m	-€4,98m

Lecture managériale, Le résultat ne provient pas d'une inflation générale des stocks, Le maximum moyen des références C diminue fortement, tandis que la couverture A augmente, Le stock moyen du périmètre réseau baisse de 3,8 % et les trois cibles de service ABC sont atteintes; la moyenne par agence passe de €87,8k à €84,5k,

DÉCISION SIMULÉE Adopter la politique différenciée comme cible de paramétrage, sous réserve d'un pilote, d'une double validation des changements à risque et d'une réconciliation post-charge.

02 / CADRE

Périmètre, objectifs et matrice de preuve

Le cas couvre la chaîne complète, depuis le signal de demande jusqu'au lot de paramètres contrôlé et au pilotage multi-sites.

Élément	Volume	Grain / usage
Réseau	72 agences, 6 régions	Déploiement, service et stock
Logistique	4 entrepôts, 24 fournisseurs	Consolidation et charge
Offre	320 articles, 10 familles	Saisonnalité et cycle de vie
Assortiment	10 368 couples actifs	Décision SKU-agence
Historique	104 semaines	1 078 272 lignes de faits
Horizon	13 semaines	Prévision et planification

Domaine	Artefact livré	Preuve observable
Flux, stock, rupture	Simulation hebdomadaire et RCA	8 323 événements, Pareto et actions
Prévision et saisonnalité	Backtest à quatre modèles	78/13/13 semaines, WMAPE multi-grains
Paramétrage	Politique SS/ROP/MAX	Colis, MOQ, capacité, cycle de vie
Massification	Batch SAP-like	28 410 lignes validées, hash et rollback
BI et fichiers massifiés	SQL, Power Query, DAX, couche sémantique	Modèle en étoile et contrôles de volume
Déploiement multi-sites	Readiness et playbook en 3 vagues	12 + 24 + 36 agences
Gouvernance SI	Contrat d'intégration et gates	Double validation et séparation des rôles

03 / ARCHITECTURE

Architecture de bout en bout

Une source commune alimente le modèle analytique, les prévisions, le paramétrage, les contrôles et les surfaces de pilotage.

Chaîne analytique et opérationnelle

Chaque sortie est réconciliée jusqu'aux sources synthétiques et aux paramètres chargés.



Figure 1 - Chaîne sources, ingestion, modèle, décision, pilotage et déploiement.

1. Les exports synthétiques reproduisent des objets article-site, stock, paramètres MRP, commandes de transfert, ventes et promotions.
2. Power Query et SQL imposent les types, filtrent tôt, contrôlent les clés et produisent un schéma en étoile.
3. Python sélectionne les modèles de prévision, calcule la politique de stock, simule les scénarios et produit la RCA.
4. Excel recalcule les formules centrales, expose les hypothèses, fournit un simulateur et bloque les incohérences.
5. Les sorties BI, web et Excel consomment les mêmes KPI JSON/CSV afin d'éviter les divergences de définition.

04 / DONNÉES

Modèle de données et simulation des flux

Le modèle sépare demande, ventes servies, ventes perdues et stock disponible au grain SKU-agence-semaine.

Objet	Clé	Variables principales	Contrôle
dim_sku	sku_id	famille, coût, colis, MOQ, cycle de vie	unicité article
dim_agency	agency_id	région, entrepôt, capacité	couverture réseau
dim_sku_agency	pair_id	assortiment, SS, ROP, MAX	intégrité article-site
fact_supply_weekly	pair_id + week_id	demande, ventes, pertes, stock, flux	1 078 272 clés uniques
forecast_backtest	pair_id + week	réel, candidat, prévision sélectionnée	découpage temporel
mass_update	change_id	avant, après, règle, statut, hash	réversibilité

Séquence hebdomadaire

1. Recevoir les transferts échus et appliquer l'écart physique éventuel.
2. Servir la demande dans la limite du stock disponible; enregistrer le reliquat en vente perdue.
3. Calculer la position de stock, comparer au point de commande et arrondir la quantité au colis et au MOQ.
4. Planifier l'arrivée au délai physique, avec éventuel aléa fournisseur ou entrepôt.

PRINCIPE DE CAUSALITÉ La demande latente est indépendante du stock. Une rupture réduit la vente observée mais ne réduit pas artificiellement la demande utilisée pour mesurer le service.

05 / PRÉVISION

Prévisions: protocole, modèles et saisonnalité

La sélection est effectuée sur validation, puis mesurée sur un test séparé afin de limiter le biais de sélection.

Fenêtre	Semaines	Fonction
Apprentissage	78	Estimation des niveaux, tendances et coefficients
Validation	13	Sélection du meilleur modèle par couple
Test	13	Mesure annoncée, jamais utilisée pour choisir
Futur	13	Horizon opérationnel de planification

Modèle	Logique	Usage privilégié
Saisonnier naïf	Valeur t-52	Séries saisonnières stables
Moyenne mobile 8	Niveau récent robuste	Séries sans structure forte
Croston-SBA	Demande non nulle + intervalle, correction de biais	Demande intermittente
Ridge-Fourier	Tendance, Fourier 52/26, promo, météo, calendrier	Saisonnalité et variables causales

Score de sélection. WMAPE de validation + pénalité de biais. Le WMAPE évite de surpondérer les petites séries par une moyenne simple de pourcentages, mais reste naturellement élevé au grain le plus fin.

DISCIPLINE TEMPORELLE Les 13 semaines de test sont gelées avant le calcul des résultats. Les poids de réconciliation des 40 groupes entrepôt-famille sont choisis sur validation uniquement, verrouillés, puis appliqués au test indépendant et au futur.

Résultats de prévision et valeur de la consolidation

L'amélioration est nette au grain de décision; l'agrégation transforme ensuite un signal intermittent en charge exploitable pour l'entrepôt.

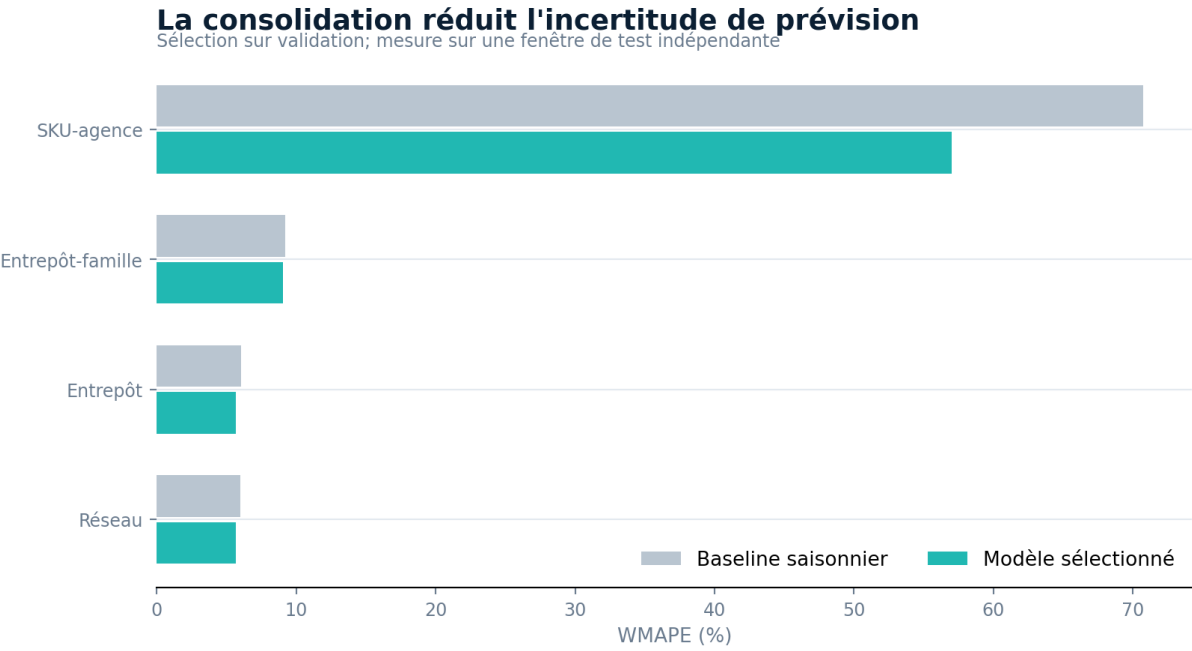


Figure 2 - WMAPE baseline et modèle sélectionné selon le niveau d'agrégation.

WMAPE BASELINE	WMAPE SÉLECTION	GAIN RELATIF	BIAIS
70,7 %	57,0 %	19,4 %	-4,6 %

Modèle retenu	Couples	Part
Seasonal Naive	1 763	17,0 %
Moving Average 8	2 285	22,0 %
Croston Sba	2 409	23,2 %
Ridge Fourier	3 911	37,7 %

Interprétation. Le WMAPE SKU-agence de 57,0 % n'est pas masqué: il reflète l'intermittence et les faibles volumes. La réconciliation sélectionnée sans fuite de test ramène le WMAPE entrepôt-famille de 9,21 % à 9,05 %, l'entrepôt de 6,03 % à 5,67 % et le réseau de 6,01 % à 5,66 %.

07 / SEGMENTATION

ABC/XYZ et niveaux de service

Le niveau de service est une décision économique explicite, différenciée selon la contribution et le profil de demande.

Classe	Règle	Cible service	z	Cadence
A	Jusqu'à 80 % de valeur cumulée	98 %	2,0537	Hebdomadaire
B	80 à 95 %	96 %	1,7507	Hebdomadaire
C	Au-delà de 95 %	93 %	1,4758	Bimensuelle

XYZ complète ABC. L'intervalle moyen entre demandes (ADI) mesure l'intermittence; CV^2 mesure la variabilité des demandes non nulles. Le couple ABC/XYZ pilote la priorité de revue, le modèle de prévision et la tolérance aux exceptions.

Profil	Condition synthétique	Traitement
X	$ADI < 1,32$ et $CV^2 < 0,49$	Prévision régulière, suivi du biais
Y	Un seul seuil dépassé	Revue ciblée, comparaison multi-modèle
Z	Intermittent / lumpy	Croston-SBA, couverture et exceptions

RÉCONCILIATION EXCEL La feuille 03_ABC_XYZ recalcule le rang, la part cumulée, la classe ABC et le profil XYZ. Les 320 articles concordent avec la sortie Python.

Politique de stock: formules et contraintes

Les paramètres sont auditables dans Excel et combinent variabilité de la demande, volatilité du délai, présentation, promotion et règles article-site.

STOCK DE SÉCURITÉ $SS = z \times \sqrt{(\mu_L \times \sigma_D^2 + \mu_D^2 \times \sigma_L^2)}$

POINT DE COMMANDE $ROP = \mu_D \times \mu_L + SS + \text{stock de présentation} + 0,25 \times \text{buffer promotionnel}$

MAXIMUM $MAX = \mu_D \times (\mu_L + \text{période de revue}) + SS + \text{présentation} + \text{buffer promotionnel}$

Contrainte	Règle
Colisage	SS, ROP et MAX arrondis au multiple de pack
MOQ	La quantité de réassort ne peut être inférieure au minimum
Capacité agence	Blocage des propositions dépassant le volume local
Merchandising	Stock de présentation protégé dans ROP et MAX
Promotion	Buffer explicite et fenêtre temporelle
Cycle de vie	Hausse bloquée en fin de vie; lancement traité séparément
Fournisseur	Paramètre non chargeable si référence ou délai manque

Le classeur recalcule SS, ROP et MAX sur les 2 500 couples de plus fort impact financier, puis compare chaque résultat à la référence Python avec tolérance de colisage.

Évaluation contrafactuelle: service et réallocation

Deux politiques sont testées sur la même demande cachée et les mêmes perturbations, après une phase de stabilisation de 13 semaines.

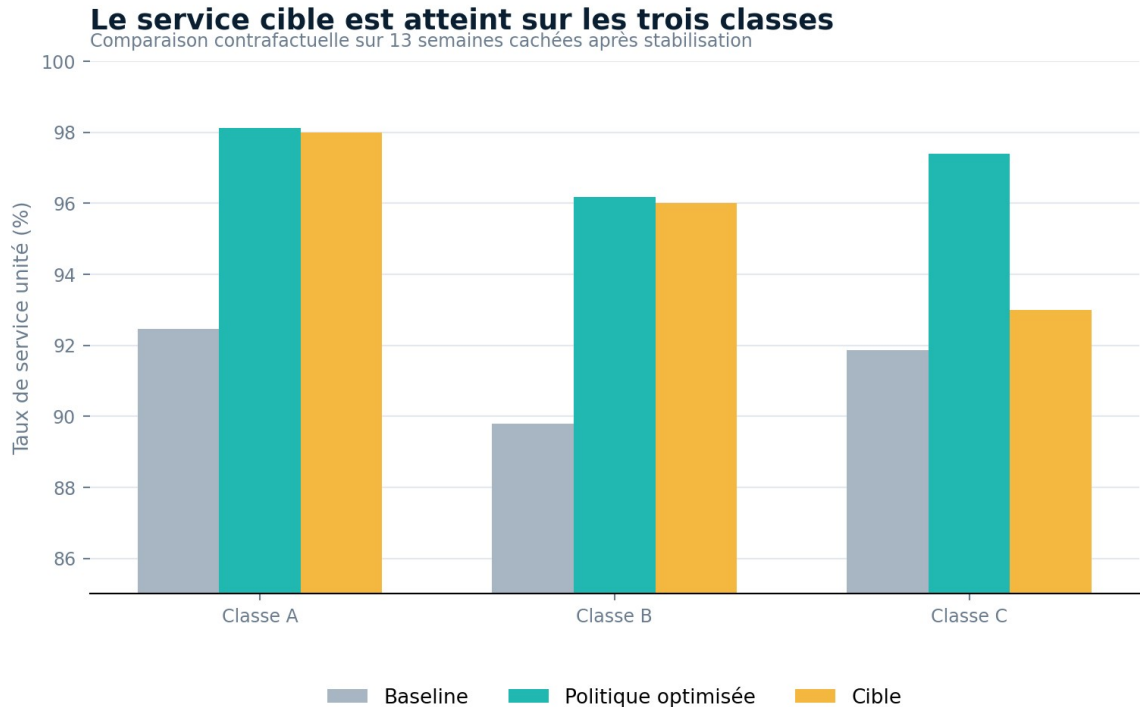


Figure 3 - Service unité par classe ABC: cible, baseline et politique optimisée.

ABC	Cible	Baseline	Optimisé	Stock base	Stock opt.
A	98,0 %	92,5 %	98,1 %	€2,21m	€4,03m
B	96,0 %	89,8 %	96,2 %	€1,14m	€1,10m
C	93,0 %	91,9 %	97,4 %	€2,97m	€0,95m

La redistribution/retour initiale des quantités au-dessus du maximum proposé représente €2,54m en valeur brute. Une hypothèse visible de 65 % produit un scénario conservateur de €1,65m. Ces montants sont enregistrés séparément et ne sont pas assimilés à un gain de trésorerie garanti.

10 / STOCKS

Frontière stock-service et choix de politique

Le paramétrage cible est choisi sur une frontière de scénarios, pas sur un optimum mathématique opaque.

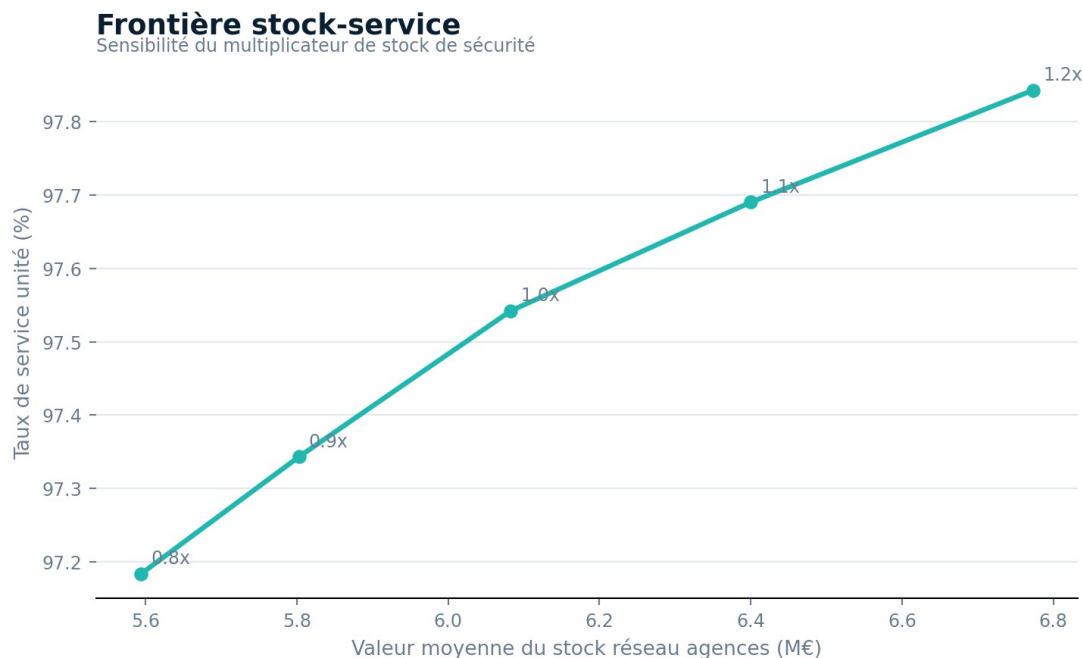


Figure 4 - Frontière simulée entre valeur de stock et taux de service unité.

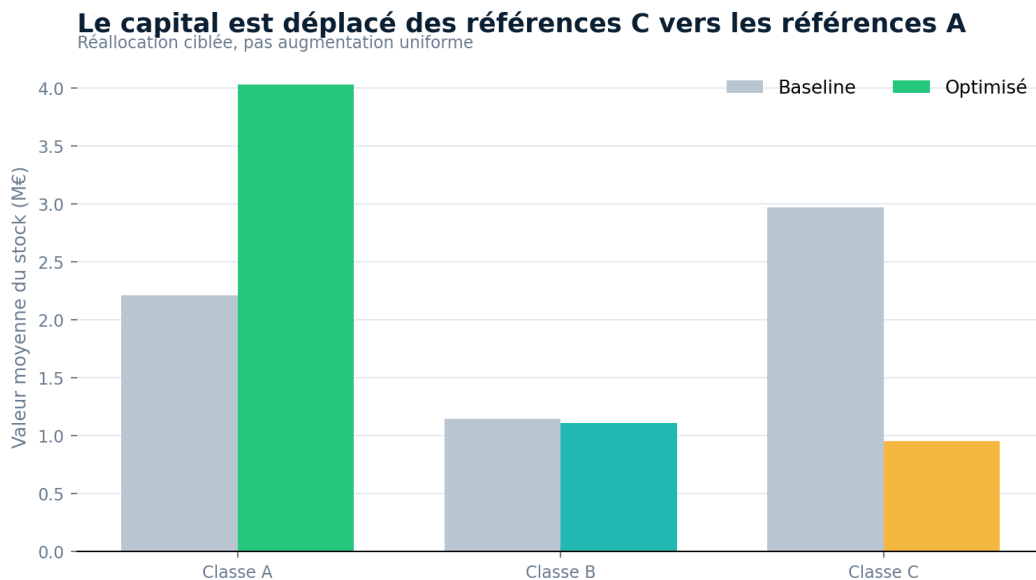


Figure 5 - Réallocation de la valeur de stock entre classes ABC.

Le scénario retenu respecte trois conditions: atteindre les cibles A/B/C, ne pas dépasser la valeur de stock baseline et conserver des paramètres chargeables. La baisse du stock C finance l'augmentation ciblée des articles A.

SENSIBILITÉ La feuille 10_Simulator permet de modifier la demande, le délai, la cible de service, le multiplicateur de sécurité, le buffer promotionnel et le budget pour un couple sélectionné.

11 / RUPTURES

Analyse des causes de rupture

La taxonomie priorisée transforme chaque rupture en cause primaire, action recommandée et propriétaire possible.

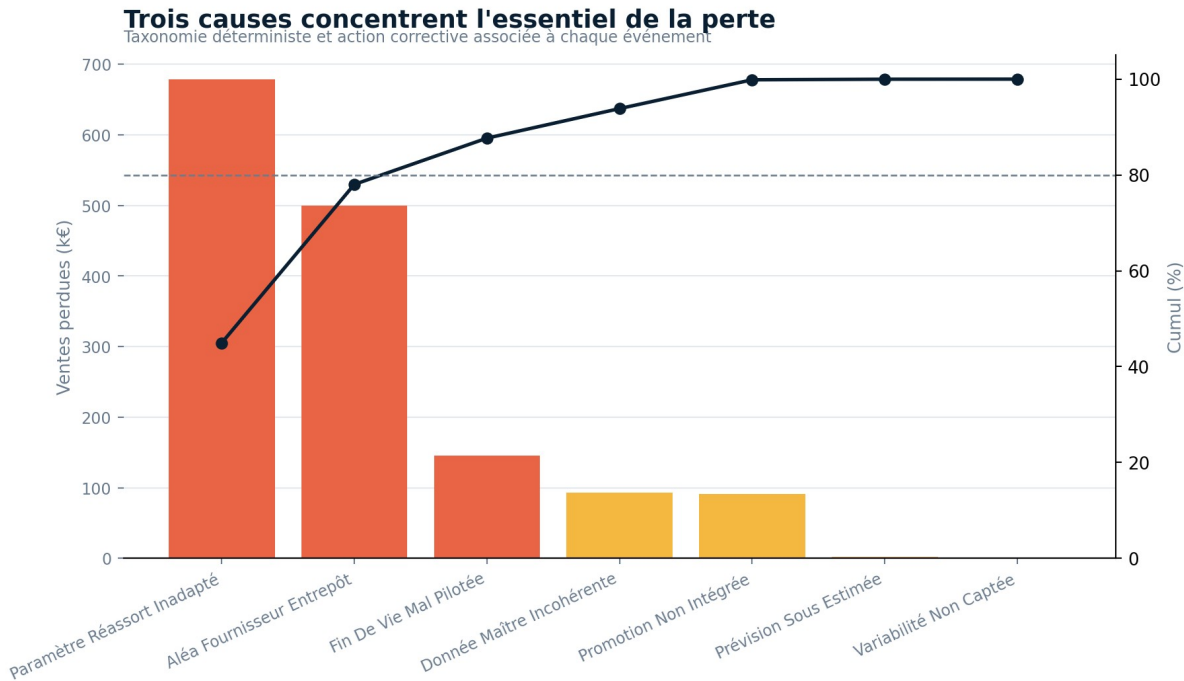


Figure 6 - Pareto des ventes perdues par cause primaire.

Cause	Événements	Ventes perdues	Part cumulée	Action
Paramètre de réassort	4 276	€678 793	44,9 %	Corriger en masse point de commande, stock de sécurité et maximum, puis suivre le résultat à J+14 et J+28.
Aléa fournisseur / entrepôt	2 395	€499 621	78,0 %	Sécuriser l'alerte OTIF, activer une source de secours ou une allocation inter-agences et ajuster le délai de réapprovisionnement.
Fin de vie	868	€145 863	87,7 %	Aligner offre, merchandising et approvisionnement sur la date d'arrêt, la redistribution et l'écoulement du reliquat.
Donnée maître	502	€93 175	93,9 %	Bloquer la mise à jour, corriger la donnée maître, relancer les contrôles référentiels et tracer le rollback.
Promotion	264	€90 863	99,9 %	Intégrer le calendrier promotionnel, recalculer la dotation et geler le paramètre pendant la fenêtre commerciale.

ÉVÉNEMENTS	VENTES PERDUES	TOP 3	CAUSES
8 323	€1,51m	87,7 %	7

12 / PARAMÉTRAGE

Corrections massifiées et contrôles de charge

Le lot initial de remédiation sépare proposition, validation, double approbation, fichier chargeable, rejets et rollback.

PROPOSÉES	ACCEPTÉES	REJETÉES	DOUBLE VALIDATION
29 671	28 410	1 261	4 267

Contrôle	Règle bloquante	Sortie
Domaine	Pas de valeur négative; délai entre 1 et 8 semaines	validation_log
Cohérence	MAX >= ROP >= SS; multiple de colis	accepted / rejected
Référentiel	Article-site et fournisseur présents	rejected_changes
Cycle de vie	Pas de hausse en fin de vie	reason_code
Capacité	Valeur proposée sous le plafond agence	capacity_check
Risque	Écart >200 %, exposition A matérielle ou délai ±2 semaines	APPROVED_4_EYES
Intégrité	SHA-256 unique et contrôles de sommes	control_totals
Réversibilité	Valeur avant conservée pour chaque ligne	rollback_file

STATUT Le lot NF-2026-07-MRP-001 est préparé et validé en simulation. La file four-eyes représente 15,0 % des lignes acceptées, soit une revue d'exception opérationnellement traitable. Le lot n'est pas exécuté dans un système propriétaire.

13 / SYSTÈMES

Contrat d'intégration SAP-like et réversibilité

Les objets reprennent une sémantique MRP courante, tout en restant un format de staging indépendant du customizing cible.

Champ métier	Table	Champ SAP	Unité	Contrôle
Lead time	MARC	PLIFZ	weeks	1..8
Safety stock	MARC	EISBE	base unit	non-negative; pack multiple
Reorder point	MARC	MINBE	base unit	non-negative; <= BSTMA
Maximum stock	MARC	BSTMA	base unit	>= MINBE; local capacity
Minimum lot	MARC	BSTMI	base unit	reference only
Rounding value	MARC	BSTRF	base unit	reference only

Séquence de charge recommandée

1. Geler le fichier accepted_changes et vérifier son hash SHA-256.
2. Réconcilier lignes, couples article-site et sommes avant/après par champ.
3. Exécuter un dry run pilote non productif et relire les valeurs.
4. Obtenir la double validation des lignes HIGH.
5. Charger par vagues avec seuil d'arrêt, réconcilier post-load et archiver la preuve.
6. Déclencher rollback_file si un écart bloquant est détecté.

CHOIX D'INTERFACE Le dossier ne prescrit ni API, ni programme interne, ni outil de migration. Le mécanisme dépend du système cible, des autorisations et de la gouvernance locale.

Fichiers massifiés, Power Query, Power BI et MicroStrategy-ready

Les lignes de faits restent hors feuille Excel; la préparation est typée, filtrée tôt et chargée dans le modèle de données.

Couche	Objet	Rôle
Power Query	00_parameters.pq	Racine paramétrable et contrôle de chemin
Power Query	01_fact_supply_weekly.pq	Lecture gzip/CSV, types, clés et filtres précoces
Power Query	02_inventory_policy.pq	Politique SKU-agence et exceptions
Power Query	03_mass_corrections.pq	Contrôles et rapprochement du batch
SQL/SQLite	v_supply_weekly_kpi	Mesures hebdomadaires réconciliées
Power BI/DAX	dax_measures.dax	Service, rupture, stock, WMAPE, biais, adoption
MicroStrategy-ready	semantic_objects.csv + dossier_spec.json	Attributs, métriques, filtres et pages

Principes de modélisation

- Schéma en étoile: faits au grain stable, dimensions séparées et relations univoques.
- Filtrage précoce, types explicites, opérations coûteuses repoussées et query folding exploité lorsqu'il existe.
- Une définition unique par KPI; les mêmes CSV/JSON alimentent Excel, BI et le site.
- Contrôles de volume, clés, sommes et référentiels avant toute visualisation.

LIVRABLES BI Le modèle sémantique, les mesures DAX et la spécification de dossier sont livrés en texte. Aucun binaire propriétaire ni connexion authentifiée n'est revendiqué.

Consolidation et lissage de la charge entrepôt

Le forecast est converti en palettes et déplacé de t-1 à t+1 seulement si la couverture reste compatible avec délai, revue et budget de réception.

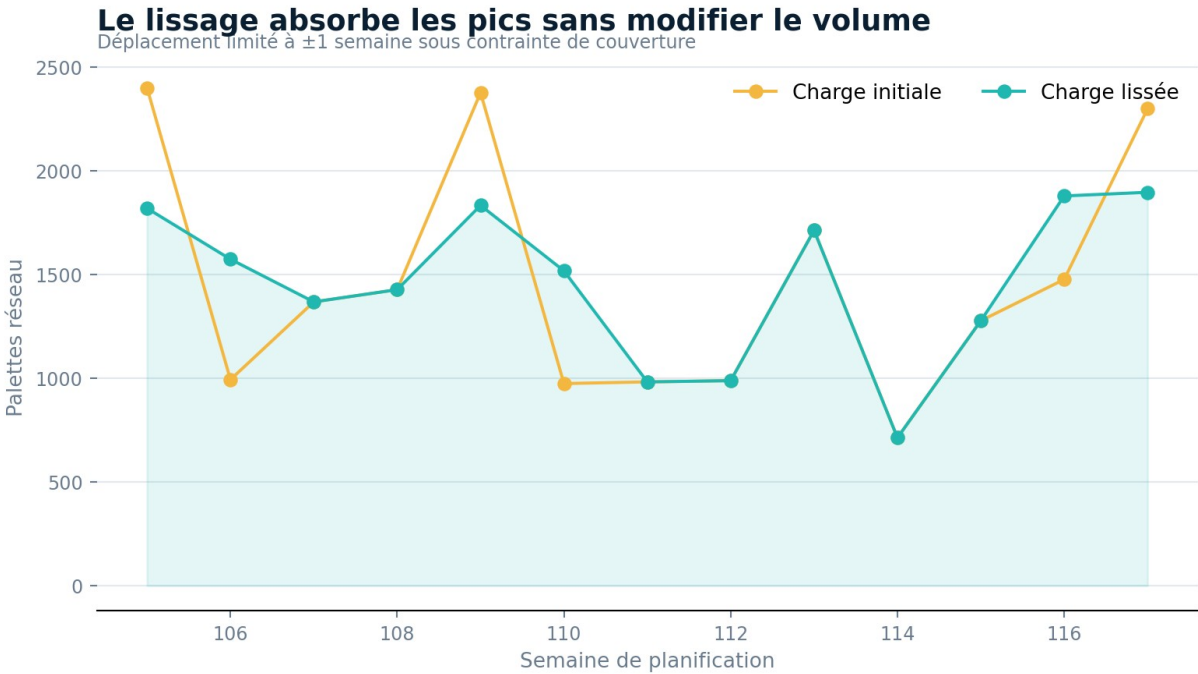


Figure 7 - Profil de charge baseline et lissé sur quatre entrepôts.

PIC BASELINE	PIC LISSÉ	RÉDUCTION	ÉCART VOLUME
812	645	20,6 %	0,02

Le coefficient de variation de la charge diminue de 17,5 %. Le volume total est conservé à 0,02 palette près; l'écart est exclusivement lié à l'arrondi. Les semaines-entrepôt au-dessus du budget de slots passent de 12 à 0; le pic d'utilisation passe de 125,2 % à 99,2 %.

RÈGLE DE SÉCURITÉ La capacité est le budget hebdomadaire de slots de réception affecté au sous-ensemble analytique, pas le débit physique complet d'une plateforme. Aucun déplacement n'est autorisé s'il crée un risque de rupture ou dépasse la fenêtre de flexibilité d'une semaine.

16 / DÉPLOIEMENT

Déploiement multi-sites en trois vagues

Le rollout est gouverné par un score de readiness, des gates go/no-go et un hypercare J+14/J+28.

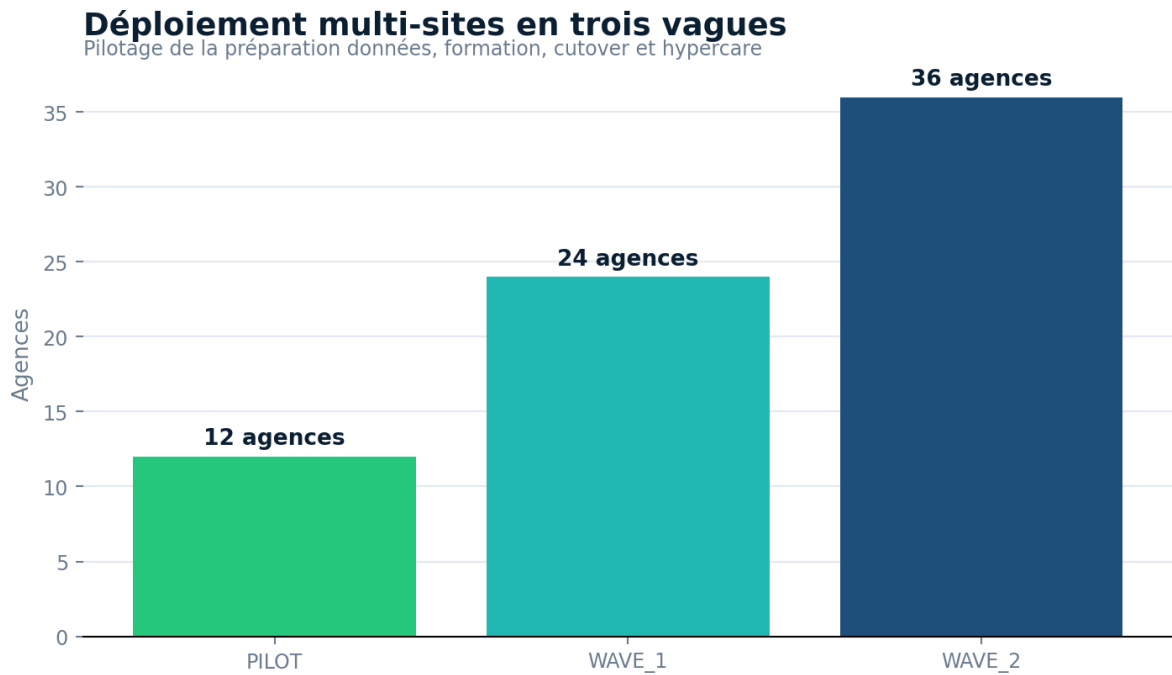


Figure 8 - Répartition des 72 agences entre pilote, vague 1 et vague 2.

Vague	Agences	Régions	Readiness moyen	Gates conditionnels
PILOT	12	6	87,6	0
WAVE_1	24	6	83,3	0
WAVE_2	36	6	78,1	16

Étape	Livrable	Critère de sortie
Préparer	Périmètre gelé et clés corrigées	Défauts ouverts sous seuil
Former	Lecture KPI, exceptions et rollback	Owner nommé
Simuler	Dry run et rapprochement	100 % des lignes réconciliées
Décider	Gate signé métier/donnée/opérations	Go/no-go explicite
Basculer	Charge contrôlée et post-check	Hash et totaux identiques
Hypercare	Suivi semaine 1, J+14 et J+28	Service, stock et overrides stables

LIMITE Le tracker et les vagues constituent un design de déploiement simulé. Ils ne prouvent pas une adoption opérationnelle réelle.

17 / GOUVERNANCE

Qualité de données, rôles et contrôles

La décision est séparée du calcul: les règles peuvent proposer, mais seules les lignes valides et approuvées deviennent chargeables.

Rôle	Responsabilité
Owner métier approvisionnement	Cibles de service, exceptions, go/no-go
Owner donnée	Référentiels, clés, types, contrôles de volume
Opérations entrepôt	Capacité, charge, fenêtres de transfert
Offre / merchandising	Présentation, promotion, lancement, fin de vie
SI	Interface, autorisations, journal, hash et rollback
Agence pilote	Validation terrain, anomalies et overrides

Famille de contrôle	Exemple	Réponse
Structure	Volume attendu, unicité pair-semaine	Blocage du refresh
Référentiel	Couple article-site inconnu	Rejet et correction de clé
Flux	Demande != ventes + pertes	Investigation calcul
Prévision	Dérive WMAPE / biais	Recalibrage ou fallback
Stock	MAX < ROP ou dépassement capacité	Blocage de la ligne
Batch	Hash ou total différent	Arrêt de charge
Déploiement	Readiness insuffisant	Agence reportée

CONTRÔLES	PASSÉS	ÉCHECS	STATUT
23	23	0	PASS

18 / AUDIT

Audit de cohérence et de réalisme

Huit guardrails relient l'échelle commerciale, l'économie du stock, la qualité statistique et la faisabilité opérationnelle.

Guardrail	Réel	Attendu	Statut
Scoped annual revenue per agency	1 112 358,97	€0.5m–€5.0m for a 144-SKU analytical slice	PASS
Historical weeks of cover	6,42	3–12 weeks	PASS
Baseline lost-revenue share	8,00	2%–12% of latent revenue	PASS
Annualized benefit / scoped revenue	6,21	≤8%	PASS
Four-eyes workload	15,02	≤20% of accepted rows	PASS
Warehouse baseline peak relevance	4,00	At least one DC over capacity before smoothing	PASS
Warehouse post-smoothing feasibility	0,00	0 DC over capacity after smoothing	PASS
DC-family forecast vs seasonal baseline	9,05	Selected/reconciled WMAPE ≤ baseline	PASS

RÉSULTAT 8/8 guardrails passent. Ils s'ajoutent aux 23 contrôles pipeline et aux 13 gates du classeur.

- Stock publié défini comme total moyen du réseau, avec valeur par agence séparée.
- Réconciliation hiérarchique choisie avant le test; aucun gain consolidé sélectionné a posteriori.
- Double validation limitée à 15,0 % des lignes acceptées.
- Budget de slots réellement contraignant au baseline et respecté après lissage.
- Surstock brut séparé du scénario conservateur de réalisation à 65 %.

Classeur opérationnel à formules

Le workbook distingue entrées Python, hypothèses éditables, formules Excel, liens internes et contrôles bloquants.

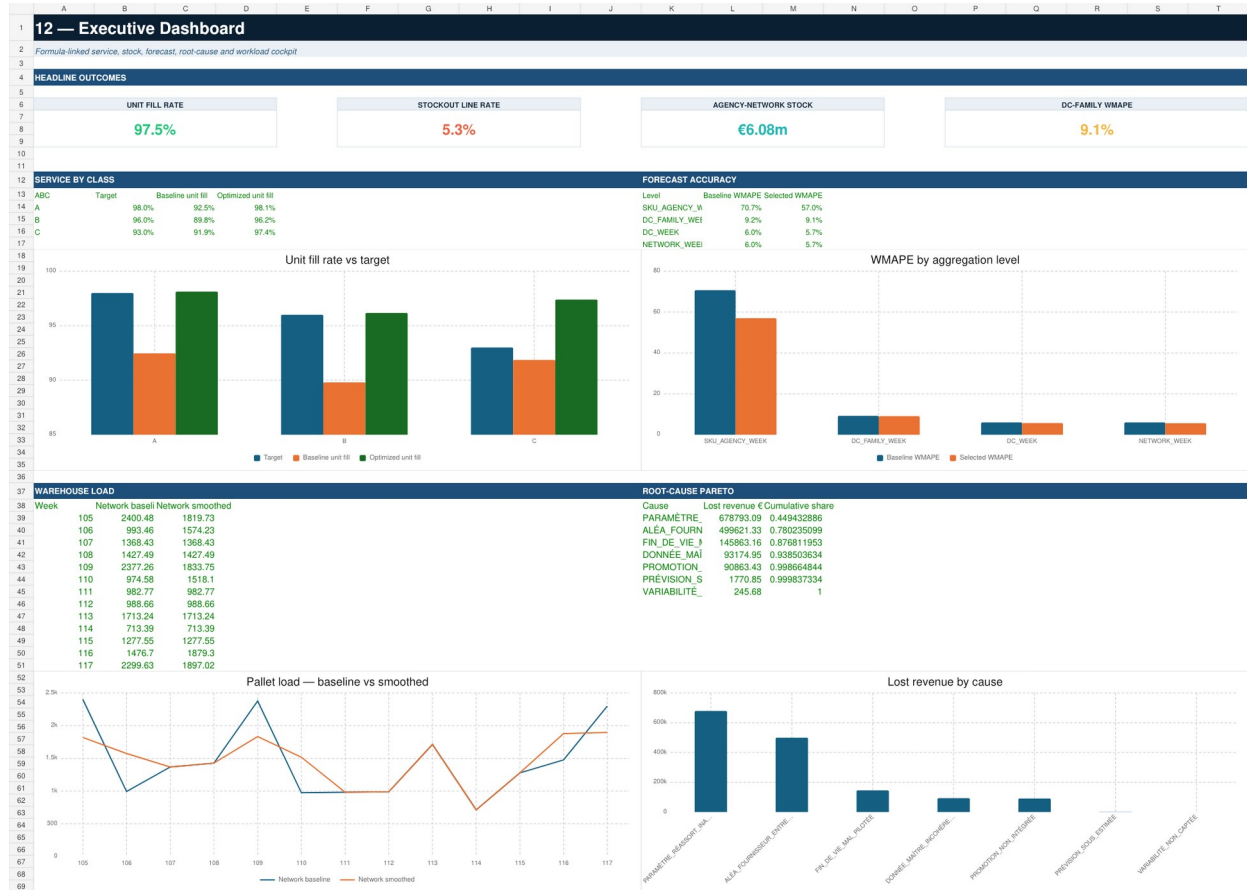


Figure 9 - Dashboard Excel formule-lié: service, stock, forecast, charge et RCA.

Bloc	Contenu
Hypothèses	Cibles A/B/C, période de revue, seuil de changement, budget
Policy Model	2 500 couples, SS/ROP/MAX recalculés et réconciliés
ABC/XYZ	Rang, cumul, classification et contrôle Python
Mass Update	3 561 lignes échantillon, delta, risque et rapprochement
Simulator	Chocs demande/délai/service/promo et test de budget
Dashboard	KPI et graphiques reliés aux feuilles sources
Provenance	Origine, couleur, logique et refreshabilité de chaque plage significative
QA	13 gates workbook + 23 validations pipeline + 8 guardrails

CONVENTION Bleu = entrée/sortie Python; noir = formule Excel; vert = lien interne; ambre = hypothèse; rouge = blocage. Les sorties Python impossibles à reproduire dans une cellule portent un commentaire explicite.

20 / RÉSULTATS

Lecture opérationnelle des résultats

Les gains s'expliquent par six mécanismes complémentaires, chacun traçable dans un artefact distinct.

Mécanisme	Effet	Preuve
Meilleure prévision	WMAPE SKU-agence -19,4 % relatif	forecast_backtest + 04_Forecast
Cibles différenciées	A/B/C atteignent 98,1/96,2/97,4 %	service_by_class
Réallocation	Stock réseau -€238k malgré service +5,8 pts	policy_evaluation
RCA priorisée	Top 3 = 87,6 % des pertes	stockout_root_cause_pareto
Paramétrage sécurisé	95,8 % des lignes acceptées	mass_update/control_totals
Lissage	Pic palettes -20,6 %; 12 dépassements à 0	warehouse_load_smoothing

Actions de pilotage

- Traiter en priorité les paramètres A en sous-couverture et les fins de vie C en surstock.
- Piloter le forecast au grain pertinent: couple pour l'exception, entrepôt-famille pour la charge.
- Ne charger que le sous-ensemble accepté; conserver les rejets comme file de correction de données.
- Mesurer après pilote le service, la valeur de stock, les overrides manuels et le biais de prévision.
- Arrêter la vague si les contrôles de hash, de sommes ou de référentiel divergent.

NON-CAUSALITÉ EXTERNE Les résultats démontrent le comportement du modèle sous hypothèses contrôlées. Ils ne constituent pas une estimation causale d'un déploiement dans un réseau réel.

21 / LIMITES

Hypothèses, sensibilité et limites

La valeur du dossier tient autant à la transparence des limites qu'aux résultats quantifiés.

Hypothèse / limite	Conséquence	Mesure de maîtrise
Données entièrement synthétiques	Pas d'inférence sur une entreprise réelle	Seed, générateur et hypothèses versionnés
Pas hebdomadaire	Cutoffs journaliers non modélisés	Étendre à un grain jour avant production
Vente perdue non reportée	Backorder non représenté	Ajouter une file de commandes si nécessaire
Météo synthétique	Variable illustrative	Remplacer par une source publique datée
Coûts simplifiés	Pas de coût de transport ou obsolescence complet	Ajouter coût total de possession
SAP-like	Customizing non couvert	Mapper dans un environnement cible
Assets BI textuels	Pas de fichier propriétaire exécutable	Importer mesures et modèle dans l'outil
Rollout simulé	Pas de preuve d'adoption	Mesurer pilote, formation et hypercare

Tests de sensibilité à exécuter

- Choc de demande de -20 % à +30 % par famille.
- Allongement du délai moyen de 1 à 3 semaines et doublement de sa volatilité.
- Cible de service A de 97 % à 99 % et impact marginal en euros.
- Budget de stock du périmètre réseau de -10 % à +10 %.
- Promotion non anticipée et capacité entrepôt réduite.

22 / REPRODUCTIBILITÉ

Exécution, structure du projet et traçabilité

Une commande reconstruit les données, les prévisions, les politiques, les contrôles, les figures et les fichiers de consommation.

COMMANDE python scripts/run_pipeline.py --project-root . --seed 20260713

Dossier	Contenu
src/negoceflow	Génération, forecast, stocks, RCA, mass update, opérations, reporting
data/raw	Exports SAP-like, commercial et calendrier synthétiques
data/processed	Prévisions, politiques, résultats, SQLite et KPI
excel	Classeur, builder artifact-tool et scripts Power Query
sql	Schéma, transformations et vues
bi	DAX, modèle sémantique et spécification MicroStrategy-ready
sap/mass_update	Proposition, acceptation, rejet, rollback, hash et logs
qa	Métriques, 23 contrôles et rapport de qualité
audit	8 garderails de réalisme et matrice de couverture fonctionnelle
website	JSON de contenu et prompt de génération

Principe	Application
Déterminisme	Seed 20260713; mêmes entrées, mêmes sorties analytiques
Séparation	Raw, interim, processed, QA et publication distincts
Réconciliation	KPI communs aux fichiers, Excel, BI et site
Audit	Valeur avant/après, règle, statut, approbation et rollback

ANNEXE A

Dictionnaire de données essentiel

Les définitions complètes figurent dans docs/data_dictionary.md; les champs ci-dessous portent les KPI et décisions centrales.

Champ	Type	Grain	Définition
pair_id	texte	SKU-agence	Clé métier stable du couple actif
week_id	entier	semaine	Index temporel ISO-like du scénario
latent_demand_qty	décimal	pair-semaine	Demande avant contrainte de stock
served_sales_qty	décimal	pair-semaine	Quantité servie
lost_sales_qty	décimal	pair-semaine	Demande non servie
ending_stock_qty	décimal	pair-semaine	Stock disponible fin de semaine
forecast_qty	décimal	pair-horizon	Prévision du modèle sélectionné
service_target	décimal	pair	Cible selon ABC
proposed_safety_stock_qty	décimal	pair	Stock de sécurité chargeable
proposed_reorder_point_qty	décimal	pair	Point de commande proposé
proposed_max_stock_qty	décimal	pair	Maximum proposé
root_cause	catégorie	événement	Cause primaire priorisée
validation_status	catégorie	changement	Rejet, règle ou quatre yeux
batch_hash	texte	batch	SHA-256 du lot accepté

ÉQUATION DE FLUX $\text{latent_demand_qty} = \text{served_sales_qty} + \text{lost_sales_qty}$. Ce contrôle passe sans écart sur 1 078 272 lignes.

ANNEXE B

Registre des 23 contrôles de qualité

Tous les contrôles sont recalculés par le pipeline et écrits dans qa/validation_results.csv.

ID	Contrôle	Réel	Attendu	Statut
STRUCT_001	Fact row count	1 078 272	1078272	PASSED
STRUCT_002	Active SKU-agency pairs	10 368	10368	PASSED
STRUCT_003	No duplicate pair-week keys	0	0	PASSED
REF_001	All fact pairs exist in dimension	0	0	PASSED
FLOW_001	Demand reconciles to sales + lost sales	0	0	PASSED
FLOW_002	No negative stock	0	>=0	PASSED
FCST_001	Selected model beats seasonal baseline	0,5700	< baseline	PASSED
FCST_002	Network weekly WMAPE below 10%	0,0566	<0.10	PASSED
FCST_003	Reconciled DC-family forecast beats seasonal baseline	0,0905	<= baseline	PASSED
SERVICE_A	Class A unit fill reaches target	0,9813	>=0.98	PASSED
SERVICE_B	Class B unit fill reaches target	0,9617	>=0.96	PASSED
SERVICE_C	Class C unit fill reaches target	0,9740	>=0.93	PASSED
STOCK_001	Optimized agency stock value within baseline budget	6 082 961	<= baseline	PASSED
RUP_001	Stockout line rate decreases	0,0529	< baseline	PASSED
BATCH_001	Accepted batch excludes rejected statuses	0	0	PASSED
BATCH_002	Rejected rows are isolated	1 261	>0	PASSED
BATCH_003	One SHA-256 hash on accepted batch	1	1	PASSED
BATCH_004	Four-eyes queue remains exception-based	0,1502	<=0.20	PASSED
LOAD_001	Warehouse smoothing conserves volume	0,0200	<=0.10 pallet	PASSED
LOAD_002	Baseline exposes at least one receiving-slot overload	12	>0 week	PASSED
LOAD_003	Smoothed plan respects receiving-slot capacity	0	0 week	PASSED
ROLLOUT_001	Rollout covers all agencies	72	72	PASSED
ROLLOUT_002	Rollout spans six regions	6	6	PASSED

SHIPPING GATE La version 1.1 ne doit pas être publiée si un contrôle bloquant échoue. Le workbook ajoute 13 gates de formule et de réconciliation; l'audit ajoute 8 guardrails, tous au statut PASS.

ANNEXE C

Formules, KPI et conventions

Les formules ci-dessous sont celles utilisées dans le pipeline et recalculées dans le classeur lorsqu'elles sont compatibles avec Excel.

Objet	Formule / définition
WMAPE	Somme réel - prévision / somme réel
Biais	Somme (prévision - réel) / somme réel
Service unité	Somme ventes servies / somme demande latente
Service lignes	Lignes intégralement servies / lignes avec demande
Rupture lignes	1 - service lignes
ADI	Nombre de périodes / nombre de périodes avec demande non nulle
CV ²	(écart-type / moyenne) ² des demandes non nulles
SS	$z \times \sqrt{(\mu_L \times \sigma_D^2 + \mu_D^2 \times \sigma_L^2)}$
ROP	$\mu_D \times \mu_L + SS + \text{présentation} + 0,25 \times \text{promo}$
MAX	$\mu_D \times (\mu_L + \text{revue}) + SS + \text{présentation} + \text{promo}$
Readiness	Qualité + capacité + écart paramètre + service + ruptures
Priorité RCA	Règle hiérarchique explicite; une cause primaire par événement

Arrondis. Les paramètres sont arrondis au colis et au MOQ. Les métriques du rapport sont arrondies uniquement pour l'affichage; les fichiers conservent la précision complète.

ANNEXE D

Références méthodologiques

Les références servent à ancrer les principes; elles ne constituent pas une validation d'un système cible.

R1 SAP Help - Reorder Point Planning

https://help.sap.com/docs/SAP_S4HANA_ON-PREMISE/fe39e10a9a864a8f8dc9537704f0fa13/5997b6535fe6b74ce10000000a174cb4.html

R2 SAP Help - Safety Stock

https://help.sap.com/docs/SAP_S4HANA_ON-PREMISE/fe39e10a9a864a8f8dc9537704f0fa13/c6f52b36785c42e2a3296e94d15fd753.html

R3 SAP Help - Automatic Reorder Point Planning

https://help.sap.com/docs/SAP_S4HANA_ON-PREMISE/fe39e10a9a864a8f8dc9537704f0fa13/a084b853dcfcb44ce10000000a174cb4.html

R4 Microsoft - Star schema guidance for Power BI

<https://learn.microsoft.com/en-us/power-bi/guidance/star-schema>

R5 Microsoft - Power Query best practices

<https://learn.microsoft.com/en-us/power-query/best-practices>

R6 Microsoft - Query folding basics

<https://learn.microsoft.com/en-us/power-query/query-folding-basics>

R7 Syntetos & Boylan - On the bias of intermittent demand estimates

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169207004000792>

R8 MicroStrategy - Basic Reporting Guide

<https://www2.microstrategy.com/producthelp/Current/manuals/en/BasicReporting.pdf>

R9 data.gouv.fr - Jours fériés en France

<https://www.data.gouv.fr/datasets/jours-feries-en-france>

R10 Météo-France - Données publiques

<https://meteofrance.com/presse/au-1er-janvier-2024-toutes-les-donnees-publiques-de-meteo-france-disposeront-dune>

DOCUMENTATION INTERNE DU PROJET README.md, docs/methodology.md, docs/architecture.md, docs/data_dictionary.md, docs/rollout_playbook.md et docs/assumptions_and_limitations.md.

CONCLUSION

Un modèle complet, audit-able et actionnable

Le dossier relie prévision, stock, causes de rupture, paramétrage, BI et déploiement sans confondre simulation et exploitation réelle.

SERVICE	STOCK	RUPTURES	QA
+5,8 pts	-3,8 %	-4,9 pts	23/23

La principale conclusion est organisationnelle autant qu'analytique: la performance vient d'une boucle fermée. Le forecast est mesuré, le stock est paramétré par classe et contrainte, les ruptures sont attribuées, les corrections sont contrôlées, la charge est consolidée et chaque vague possède un gate et un rollback.

Le package permet de reproduire les chiffres, d'auditer chaque règle, de modifier les hypothèses dans Excel et d'utiliser les mêmes KPI dans les couches SQL, BI et web.

STATUT FINAL Dossier analytique complet sur données synthétiques. Les 23 contrôles pipeline, 13 gates Excel et 8 garde rails de réalisme de la version 1.1 passent.