

Architectures logicielles : services, microservices et BPM

Étude Comparative d'Architectures API : SOAP, REST, GraphQL et gRPC

Aya Morsli Mohamed Chtouqui

VAP DSI

Encadré par : Pr Walid Gaaloul

27/02/2026



INSTITUT
POLYTECHNIQUE
DE PARIS

Plan de la présentation

- | | |
|---|--------------|
| ① Synthèse Comparative Principale – Tableau des 4 APIs | <i>2 min</i> |
| ② Contexte Fonctionnel – Définition des besoins métier | <i>2 min</i> |
| ③ Choix Architectural – Approche Microservices | <i>3 min</i> |
| ④ Analyse des Services et Protocoles – Plongée technique | <i>7 min</i> |
| ⑤ Conclusion et Améliorations – API Gateway | <i>2 min</i> |

SOAP

REST

GraphQL

gRPC

Tableau comparatif entre les 4 API

Attributs	SOAP	REST	GraphQL	gRPC
Format de Données	XML	JSON	JSON	Binaire (Protobuf)
Norme Transport	HTTP/1.1 (Action unique)	HTTP/1.1 (Verbes)	HTTP/1.1 (POST)	HTTP/2 (Multiplexé)
Type de Contrat	Statique Fort (WSDL/XSD)	Faible (OpenAPI en fallback)	Fort (Schéma .graphql)	Statique Fort (Fichier .proto)
Modèle d'Interaction	Requête/Réponse synchrone	Orienté Ressources (CRUD)	Requête de Graphe	RPC & Streaming Bidirectionnel
Performance / Poids	Très lourd (Surcharge XML)	Moyen (Format verbeux)	Optimisé (Tri à la source)	Ultra léger & Rapide
Mécanique de Cache	Inexistante	HTTP Natif (GET)	Complexe (Payload POST)	Inexistante
Flexibilité Sécurité	Haute (Normes WS-Security)	Standard (OAuth, TLS)	Standard (Nécessite contrôles)	Standard (TLS imposé par HTTP/2)
Couplage Client	Élevé (Génération de stubs)	Faible (Indépendance)	Moyen (Agilité de requêtage)	Élevé (Stubs natifs compilés)
Cas d'Usage Idéal	Transactions B2B / ERP	APIs Publiques & Web	Agrégation Vue Frontend	Microservices & Temps-réel

Ce tableau fait l'état des lieux macroscopique. La suite détaillera les implémentations pratiques.

Modélisation du Système d'Information (Retail)

Modélisation du SI d'une entreprise (Retail), caractérisé par des flux hétérogènes entre **quatre domaines métiers distincts** :

SOAP Domaine 1 : Approvisionnement

Création de bons de commande vers des fournisseurs industriels (ERP historiques).

REST Domaine 2 : Réseau de Boutiques

Boutiques partenaires synchronisant leurs niveaux de stock avec le siège central.

GraphQL Domaine 3 : Pilotage

Vue consolidée (Tableau de bord) des stocks, commandes et logistique pour la direction.

gRPC Domaine 4 : Logistique Entrepôt

Télémétrie très haute fréquence issue de la flotte de robots d'automatisation.

Démarche d'Ingénierie : Approche "Contract-First"

La conception du SI a suivi une méthode stricte d'ingénierie dirigée par les contrats :

- ① **Spécification du Contrat** – Définition formelle de l'interface avant toute implémentation.
- ② **Génération/Implémentation** – Le serveur est contraint par les stubs et schémas générés à partir du contrat.
- ③ **Validation** – Vérification systématique de la conformité des échanges.

Module	Le fichier Contrat
SOAP	PurchaseOrder.wsdl
REST	openapi.yaml
GraphQL	schema.graphql
gRPC	warehouse.proto

Bénéfice Architectural

Le découplage entre la spécification (contrat) et l'implémentation (code) favorise l'indépendance des équipes et la robustesse des systèmes distribués.

Justification de l'approche Microservices

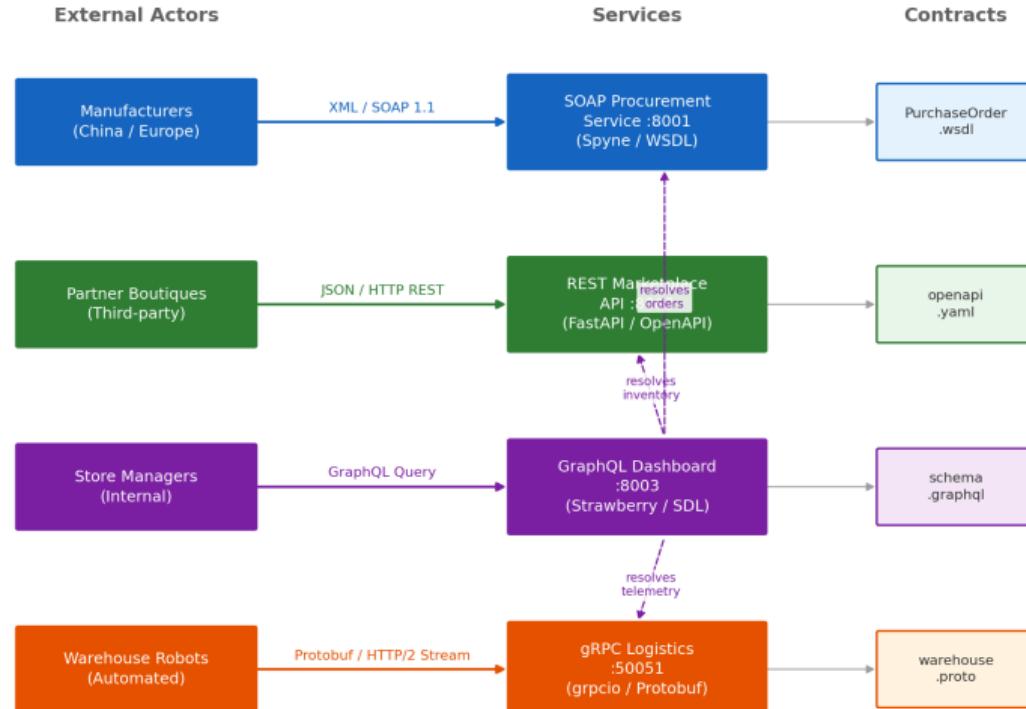
Face à l'hétérogénéité des besoins métier, une architecture monolithique a été rejetée au profit d'une **architecture orientée Microservices**.

Raisonnement : Pourquoi segmenter en services distincts ?

- **Contraintes Technologiques Incompatibles** : gRPC (HTTP/2 binaire), SOAP (Spécifications XML lourdes) et REST (HTTP/1.1 classique) nécessitent des bibliothèques et des serveurs sous-jacents structurellement différents. Une fusion créerait une dépendance forte et complexe ("anti-pattern").
- **Isolation des Défaillances** : Une surcharge sur le service de télémétrie des robots (gRPC) ne doit pas impacter la création des bons de commande (SOAP). L'isolation par processus métier garantit la haute disponibilité.
- **Déploiement Indépendant** : Permet aux différentes équipes (ex: équipe Logistique vs équipe Partenaires) de déployer leurs évolutions sans risquer de générer des régressions sur les autres services.

Cartographie Logique du Système

RetailSync — System Architecture



Service 1 : Approvisionnement (SOAP)

Service : Expose SubmitOrder pour centraliser les commandes.

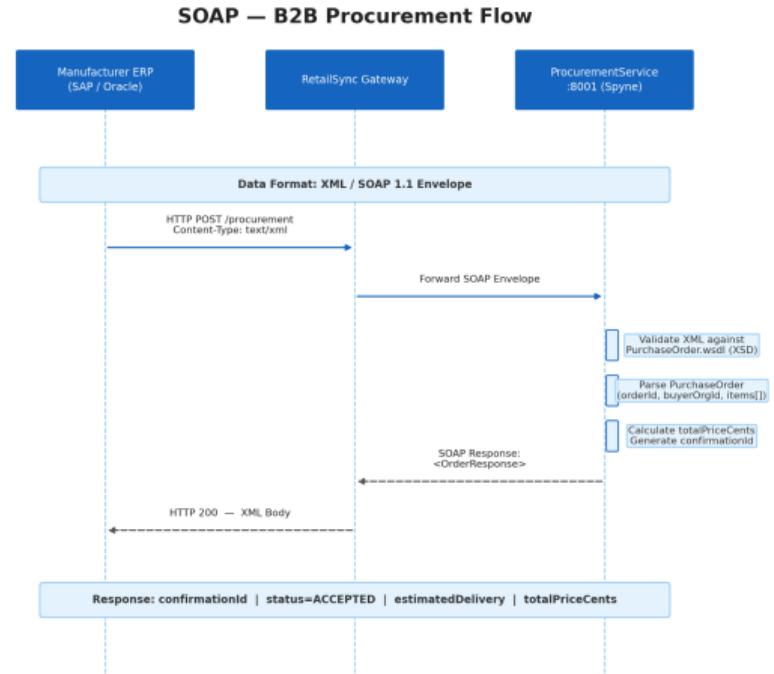
Stack Technique : Python (Framework Spyne, Serveur WSGI).

Choix de SOAP :

- **Intégrité Stricte (XSD) :** Le WSDL force l'arborescence et les types ("Fail-fast").
- **Interopérabilité Legacy :** S'intègre aux ERP industriels sans couche de traduction.

+ Garantie structurelle
+ Sécurité (WS-Sec)

- Verbosité accrue
- Bande passante



Service : Gère l'inventaire via HTTP (GET /inventory, PATCH /inventory/{sku}).

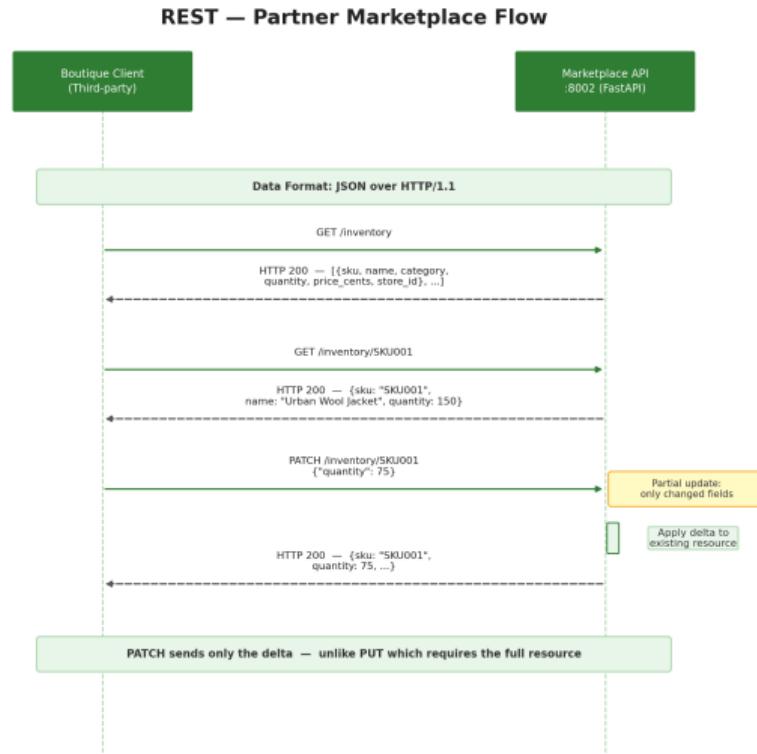
Stack Technique : Python (Framework FastAPI, Serveur Unicorn ASGI).

Motivations du choix de REST :

- **Accessibilité :** Standard du web fondé sur HTTP/JSON, facilitant l'intégration par les partenaires.
- **Notion de SKU :** Identifie un article unique en stock (ex: *Stock Keeping Unit*). Idéal pour cibler un PATCH précis.

+ Cache HTTP natif
+ Interface intuitive

- Typage dynamique
- Sur-récupération



Service : Point d'entrée /graphql
agrégeant magasins, employés et commandes.

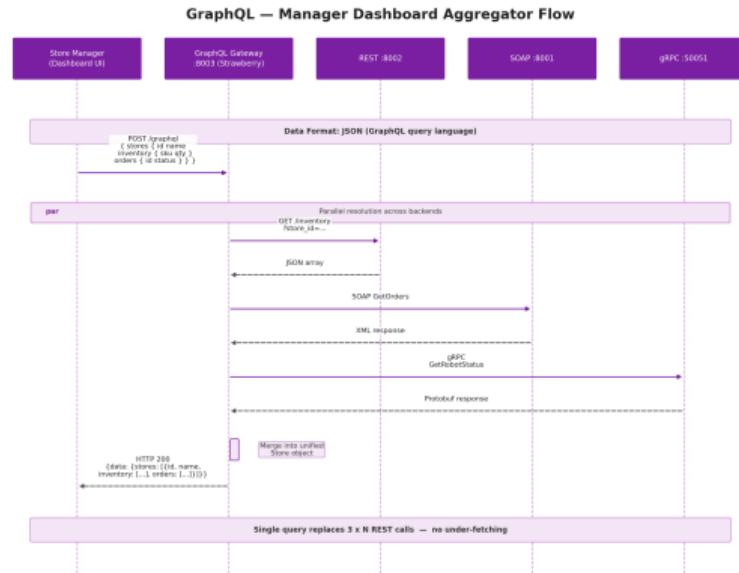
Stack Technique : Python (Bibliothèque Strawberry sur FastAPI).

Choix de GraphQL :

- **Résout "N+1 Queries"** : Demande un arbre de données entier via une seule requête POST, évitant de multiplier les appels réseau HTTP.
- **"No Over-fetching"** : Le client spécifie uniquement les champs nécessaires pour l'interface UI.

+ Optimisation réseau
+ API Introspective

- Implémentation dure
- Cache inopérant



Service : Communication robotique

Machine-to-Machine à très haute fréquence.

Stack Technique : Python (Lib. native grpcio & Protobuf).

Choix de gRPC :

- **Efficiency binaire** : Protobuf divise par 6 la taille du payload par rapport au JSON. Vital pour réseaux sans-fil (entrepôt).
- **Streaming Bidirectionnel** : HTTP/2 maintient la connexion ouverte, annulant la latence TCP ("Handshake") pour du temps-réel pur.

+ Faible latence pure
+ Génération de Stubs

- Format opaque
- Browsers inadaptés

gRPC — Warehouse Robot Bi-directional Streaming



Validation Technique : Scénarios de Tests Pratiques

Objectif de la phase de test : Valider l'implémentation et l'intégration des 4 protocoles en conditions réelles, en sollicitant les serveurs déployés localement (via Postman et terminaux).

Périmètre de validation (Ce que nous allons exécuter et observer) :

- **SOAP Approvisionnement (SOAP)** : Envoi et validation d'une commande B2B via une enveloppe XML stricte (WSDL).
- **REST Stocks Boutiques (REST)** : Récupération d'un inventaire produit via une méthode HTTP GET classique en JSON.
- **GraphQL Pilotage (GraphQL)** : Agrégation de données complexes (Magasins + Commandes) en une seule trame POST ciblée.
- **gRPC Logistique (gRPC)** : Établissement d'un flux de streaming bidirectionnel (HTTP/2) affichant la télémétrie robotique en temps réel.

Point d'Amélioration : Implémentation d'une API Gateway

Le périmètre actuel de l'étude (Scope Pédagogique) :

- Exposition directe de 4 serveurs sur **4 ports disparates** (8001, 8002, 8003, 50051).
- Permet l'étude isolée de chaque serveur, mais viole les bonnes pratiques de sécurité et de routage en environnement d'intégration.

Évolution cible en production :

- Déploiement d'une **Passerelle d'API (API Gateway)**, comme Kong ou AWS Gateway.
- La passerelle agit comme reverse proxy de niveau **L7 (Couche Application)**, exposant un port d'entrée unifié (ex: 443 pour TLS).
 - /api/procurement → Routé vers le cluster SOAP interne.
 - /api/inventory → Routé vers le cluster REST interne.
- Résultat : Abstraction totale de l'architecture distribuée sous-jacente pour les consommateurs finaux, et centralisation des fonctions de sécurité (Authentification, Rate-Limiting).

Synthèse Finale

- ① **Cohérence Fonctionnelle/Technique** : L'approche protocolaire doit toujours être subordonnée aux exigences fonctionnelles du domaine (ex. haute-fréquence logistique vs accessibilité partenaire).
- ② **Primauté de REST** : Demeure le standard *de facto* pour l'interopérabilité large, particulièrement pour des architectures orientées ressources (CRUD).
- ③ **Design Contract-Driven** : Établir des contrats (OpenAPI, WSDL, Protobuf) est un prérequis indispensable à la décentralisation des développements en architecture microservices.
- ④ **Synergie REST/GraphQL** : GraphQL ne déprécie pas REST. Il l'enrichit en se positionnant comme une couche d'agrégation d'expérience (*Backend-For-Frontend*) optimisée réseau.
- ⑤ **Avantage comparatif gRPC** : L'utilisation de protocoles multiplexés (HTTP/2) compacts (Protobuf) s'avère indispensable en contexte IOT et M2M pour prévenir la saturation réseau.

Merci pour votre attention !

Avez-vous des questions ?

SOAP

:8001

REST

:8002

GraphQL

:8003

gRPC

:50051

github.com/AyaMor/omnichain-retail-mesh