🏛️ Annexe : Monolithe vs Microservices

Défaire les idées reçues

🎯 **Objectif** : Comprendre que monolithe ≠ mauvais code et que l'architecture interne (hexagonale) est orthogonale au mode de déploiement.

Slides :

1. Définitions précises
2. Confusion fréquente
3. Matrice qualité × déploiement
4. Quand choisir quoi ?
5. Migration progressive

📖 Définitions

🏛️ Monolithe

Définition : Application déployée comme **une seule unité**

Caractéristiques :

- 1 processus
- 1 base de code
- 1 déploiement
- Communication in-process (appels de fonction)

Exemples :

- Application Django/Rails classique
- Backend FastAPI complet

☁️ Microservices

Définition : Application décomposée en **services autonomes déployables indépendamment**

Caractéristiques :

- N processus
- N bases de code
- N déploiements
- Communication réseau (HTTP, RPC, messages)

Exemples :

- Netflix (~800 services)
- Amazon, Uber
- Architecture event-driven

🎯 Architecture vs Déploiement

Confusion fréquente :

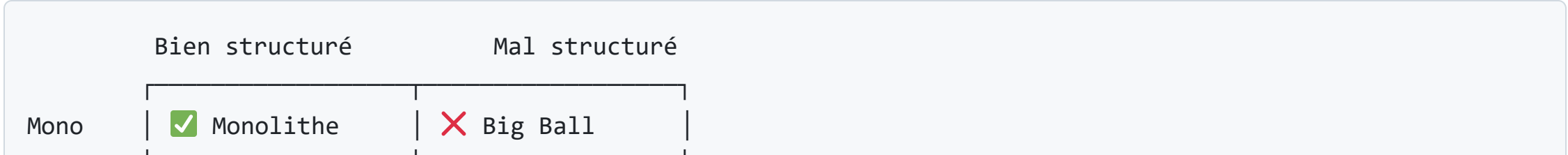
> "Monolithe = code spaghetti
> Microservices = bonne architecture"

❌ FAUX !

Réalité :

- **Monolithe** = mode de **déploiement**
- **Architecture** = qualité **structurelle** du code

Ce sont deux dimensions orthogonales :



🔍 Détails de la matrice

✅ Monolithe modulaire (BIEN)

```
Déploiement : 1 app
Structure interne : Hexagonale

src/
├── tickets/
│   ├── domain/
│   ├── ports/
│   └── adapters/
├── users/
│   ├── domain/
│   ├── ports/
│   └── adapters/
└── notifications/
    ├── domain/
    ├── ports/
    └── adapters/

→ Modules découplés
```

❌ Big Ball of Mud (MAUVAIS)

```
Déploiement : 1 app
Structure interne : Chaos

src/
├── models.py         (500 lignes)
├── views.py          (800 lignes)
├── utils.py          (1200 lignes)
├── helpers.py        (600 lignes)
└── services.py       (2000 lignes)

→ Tout dépend de tout
→ Impossible à tester
→ Changement = risque maximal
```

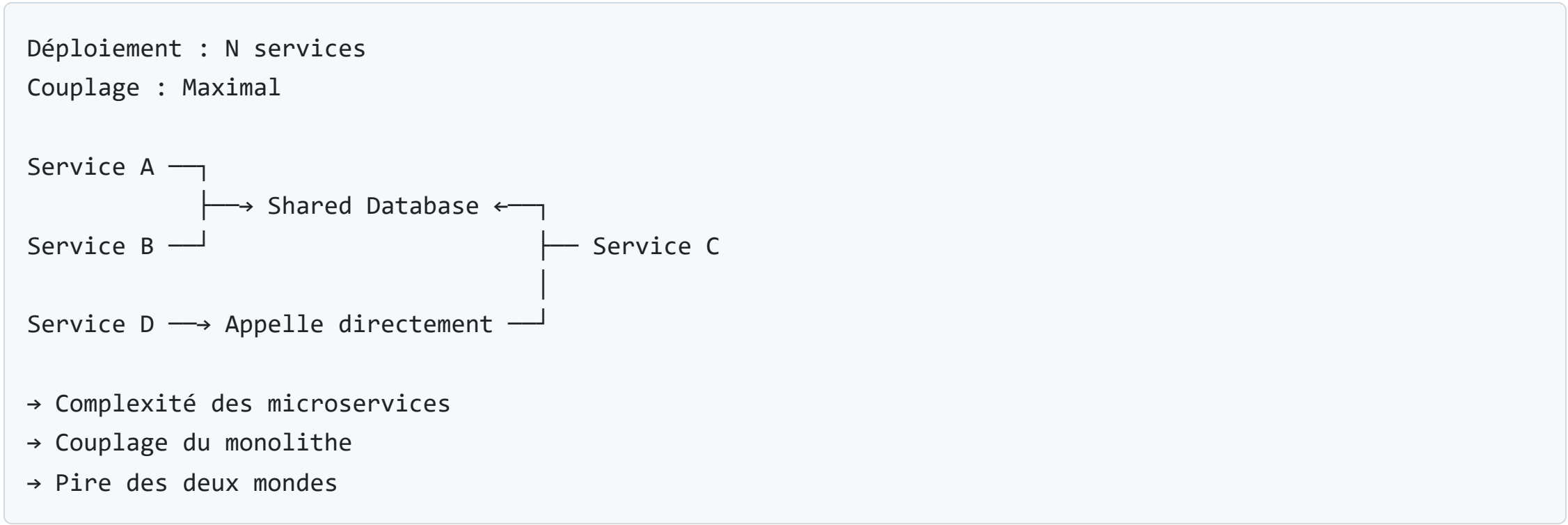
Problème : Pas l'architecture, juste du mauvais code

✅ Microservices bien conçus (BIEN)

```
Déploiement : N services
Chaque service : Hexagonal

Service Tickets:
  ├── domain/
  ├── ports/
  └── adapters/

Service Users:
  ├── domain/
  ├── ports/
  └── adapters/

→ Bounded contexts clairs
→ APIs bien définies
→ Autonomie complète
```

Exemples réels : Netflix, Amazon (après des années d'évolution)

❌ Distributed Monolith (LE PIRE)



Problème : Architecture distribuée sans découplage

📊 Comparaison détaillée

Critère	Monolithe modulaire	Microservices	Distributed Monolith
Complexité déploiement	✅ Faible	⚠️ Élevée	❌ Élevée
Complexité code	✅ Faible	⚠️ Moyenne	❌ Très élevée
Testabilité	✅ Excellente	✅ Excellente	❌ Difficile
Performance	✅ In-process	⚠️ Réseau	❌ Réseau + couplage
Scaling	⚠️ Vertical	✅ Horizontal	⚠️ Compliqué
Maintenance	✅ Simple	⚠️ Distribuée	❌ Cauchemar

Classement : 1️⃣ Monolithe modulaire → 2️⃣ Microservices bien conçus → 3️⃣ À éviter

💡 La vraie question

Pas "Monolithe ou Microservices ?"

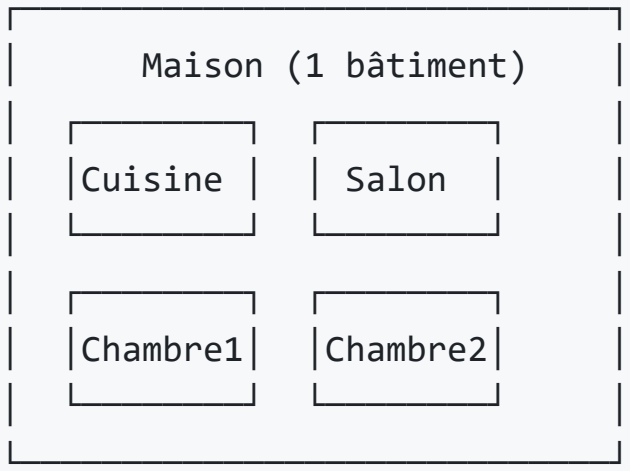
Mais "Mon code est-il bien structuré ?"

Architecture hexagonale fonctionne dans les deux cas :

```
Monolithe hexagonal :
┌──────────────────────────────────┐
│  1 déploiement                   │
│  ┌──────────┐  ┌──────────┐      │
│  │ Module A │  │ Module B │      │
│  │ (hexa)   │  │ (hexa)   │      │
│  └──────────┘  └──────────┘      │
└──────────────────────────────────┘


Microservices hexagonaux :
┌──────────┐      ┌──────────┐
│ Service A│      │ Service B│
│ (hexa)   │──API─│ (hexa)   │
└──────────┘      └──────────┘
```

🏠 Métaphore : Maison vs Village

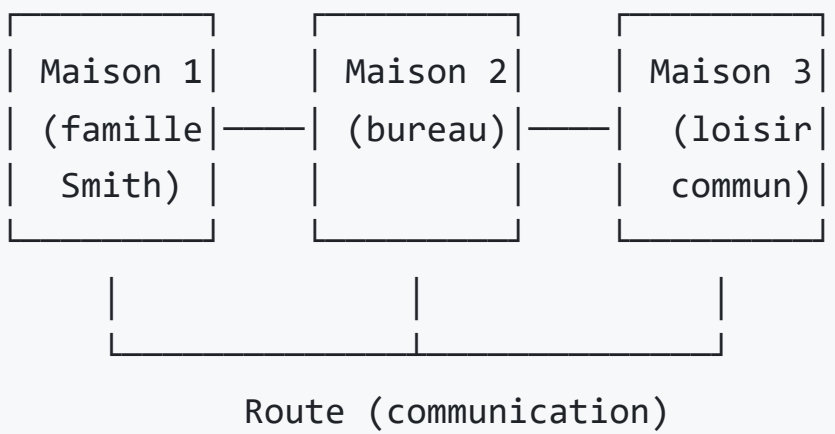
Monolithe modulaire = Maison bien organisée



Avantages :

- Tout sous un même toit
- Facile de passer d'une pièce à l'autre
- Un seul système de chauffage/électricité

Microservices = Village bien planifié



Avantages :

- Chaque maison indépendante
- Pas d'impact si une maison en travaux
- Peut ajouter maisons sans limite

Inconvénients :

- Besoin d'infrastructure (routes)

Distributed Monolith = Village sans plan d'urbanisme

```
🏚️ Maisons entassées
🚧 Routes qui vont partout
🔌 Électricité partagée entre toutes
💧 Un seul puit d'eau commun

→ Complexité du village
→ Dépendances de la maison unique
→ Pire scénario
```

Message clé :

> Un monolithe bien conçu bat des microservices mal conçus 99% du temps.

⚖️ Quand choisir quoi ?

🏛️ Monolithe (hexagonal) si :

✅ **Équipe < 10 développeurs**
✅ **Trafic < 1000 req/s**
✅ **Besoin de rapidité de développement**
✅ **Domaine métier encore flou**
✅ **Budget/compétences DevOps limitées**
✅ **Startup / MVP / Projet étudiant 👈 VOUS**

Exemples : Shopify (600+ dev, monolithe), GitHub, Basecamp

☁️ Microservices si :

✅ **Équipe > 50 développeurs**
✅ **Scaling indépendant nécessaire** (certaines features × 100)
✅ **Technologies hétérogènes** (Python + Java + Go)
✅ **Déploiements indépendants critiques**
✅ **Organisation en équipes produit autonomes**
✅ **Budget DevOps conséquent**

Exemples : Netflix, Amazon, Uber

⚠️ Signaux d'alarme (ne PAS faire microservices)

❌ "Microservices c'est moderne, on devrait faire ça"
❌ "Pour apprendre" (apprenez sur un side project, pas en prod)
❌ "Notre monolithe est mal organisé" (refactorez-le d'abord !)
❌ "Pour scaler" (scale le monolithe d'abord, c'est plus simple)
❌ Équipe < 10 personnes
❌ Pas de compétences DevOps solides

Règle d'or :

> Ne faites PAS de microservices tant que le monolithe ne vous fait pas mal.

📈 Évolution progressive

Étape 1 : Monolithe modulaire (NOW)

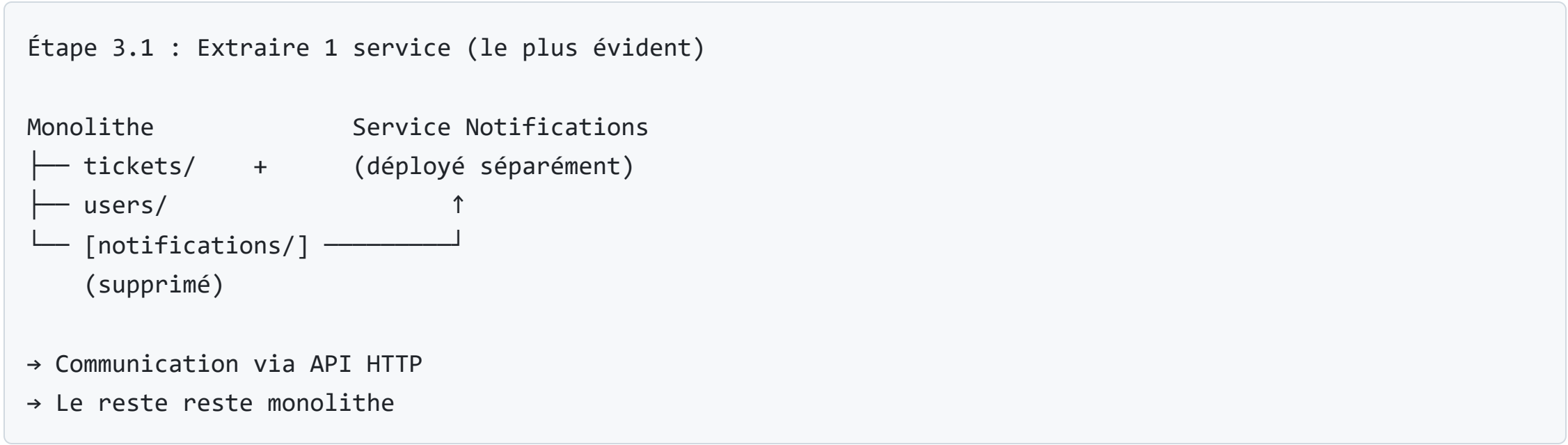
```
1 déploiement
Structure hexagonale :
├── tickets/ (module)
├── users/ (module)
└── notifications/ (module)

→ Rapide à développer
→ Facile à déployer
→ Bien structuré
```

Votre projet BUT = ICI

Étape 2 : Identifier les bounded contexts

```
Au bout de 6 mois / 1 an :
- Quel module change souvent ?
- Quel module a besoin de scale ?
- Quelle équipe pourrait être autonome ?

Exemple :
- Notifications → beaucoup de trafic
- Tickets → change rarement
- Users → critique
```

Étape 3 : Extraction progressive



Pattern : Strangler Fig (étrangler progressivement le monolithe)

Étape 4 : Continuer si ça marche

```
Si l'extraction a apporté de la valeur :
→ Extraire un 2e service
→ Puis un 3e
→ Etc.

Si l'extraction a été coûteuse sans bénéfice :
→ STOP
→ Rester monolithe modulaire
```

Message clé :

> Microservices = destination possible, pas point de départ

🔧 Exemple concret : Ticketing

Aujourd'hui (Monolithe hexagonal)

```
1 app FastAPI

src/
├── tickets/
│   ├── domain/
│   ├── ports/
│   └── adapters/
├── users/
│   └── ...
└── notifications/
    └── ...

→ Simple, testable, maintenable ✅
```

Demain (si besoin)

```
3 microservices

Service Tickets (Python)
Service Users (Python)
Service Notifications (Go)  ← Besoin de perf

Communication : API REST + Events

→ Scaling indépendant ✅
→ Technologies adaptées ✅
→ Mais : complexité × 3 ⚠️
```

Quand ? Quand le monolithe ne suffit plus (rarement en BUT)

💰 Coût réel des microservices

Infrastructure

```
Monolithe : 1 serveur
Microservices : N serveurs + orchestration

Outils nécessaires :
- Kubernetes / Docker Swarm
- Service discovery (Consul)
- API Gateway (Kong, Traefik)
- Monitoring distribué (Prometheus)
- Logging centralisé (ELK)
- Tracing distribué (Jaeger)
- Message broker (RabbitMQ, Kafka)

Coût : × 5 à × 10
```

Complexité opérationnelle

```
Monolithe :
- 1 déploiement
- 1 base de données
- 1 log à consulter
- 1 debugger

Microservices :
- N déploiements (coordination)
- N bases de données (transactions distribuées)
- N logs (tracer une requête = cauchemar)
- Debugging distribué (bonne chance)

Temps DevOps : × 3 à × 5
```

Développement

```
Monolithe :
- Tester en local : npm start
- Changer 2 modules : 1 commit
- Onboarding : 1 jour

Microservices :
- Tester en local : Docker Compose (15 services)
- Changer 2 services : 2 commits, 2 déploiements
- Onboarding : 1 semaine

Vélocité initiale : ÷ 2
```

🎯 Cas d'école : Shopify

Chiffres

- **1.7 million** de boutiques
- **600+** développeurs
- **$5.6 milliards** de revenu annuel

Architecture

Monolithe Rails (toujours aujourd'hui)

Pourquoi ?

- Bien structuré (modulaire)
- Scale verticalement (big servers)
- Équipe productive

🎓 Pour vous (BUT2)

Objectif : Maîtriser le monolithe modulaire

Ce que vous allez apprendre :

- ✅ Architecture hexagonale (structure interne)
- ✅ Découplage (modules indépendants)
- ✅ Testabilité (sans dépendances)
- ✅ Évolutivité (changer infrastructure sans toucher métier)

Ce que vous NE ferez PAS (et c'est normal) :

- ❌ Déploiement distribué
- ❌ Service discovery
- ❌ Transactions distribuées

Progression naturelle

```
BUT2 (20h) : Monolithe hexagonal
    ↓
BUT3 (projet) : Monolithe modulaire avancé
    ↓
Stage / Alternance : Monolithe en production
    ↓
M1 : Introduction microservices (théorie)
    ↓
M2 : Microservices (si projet adapté)
    ↓
Emploi : 80% monolithes, 20% microservices
```

Réalité du marché :

- La majorité des entreprises : monolithes bien structurés
- GAFAM + Licornes : microservices
- Startups : monolithe puis migration progressive

✅ Checklist : Votre monolithe est bon si

- [ ] Modules découplés (un module ignore les autres)
- [ ] Domaine métier pur (zéro import technique)
- [ ] Tests unitaires rapides (< 1s)
- [ ] Changement d'infrastructure facile (swap adapter)
- [ ] Nouveau développeur productif en < 1 semaine
- [ ] Déploiement simple (1 commande)
- [ ] Moins de 100k lignes (au-delà, envisager split)

Si 6-7 ✅ → Excellent monolithe, gardez-le !

? Questions fréquentes

Q : Monolithe = legacy ?

R : Non. Legacy = code mal structuré (peut être monolithe OU microservices).

Q : Microservices = scalable ?

R : Pas automatiquement. Un monolithe peut scaler (Shopify, GitHub).

Q : Combien de lignes avant de splitter ?

R : Pas une question de lignes, mais de douleur. Si ça marche bien, gardez.

Q : Netflix a des microservices, on devrait faire pareil ?

R : Netflix a 800 services ET 2000 développeurs. Vous avez 4 dev. Contexte différent.

🏁 Fin de l'annexe

À retenir :

1. **Monolithe ≠ Mauvais**
   → Bien structuré (hexagonale) = excellent choix
2. **Microservices ≠ Solution magique**
   → Complexité × 5, bénéfices si gros scale
3. **Architecture > Mode de déploiement**
   → Hexagonale fonctionne pour les deux
4. **Commencez monolithe**
   → Splittez SEULEMENT si douleur
5. **Votre projet BUT = Monolithe hexagonal**
   → C'est le bon choix ✅