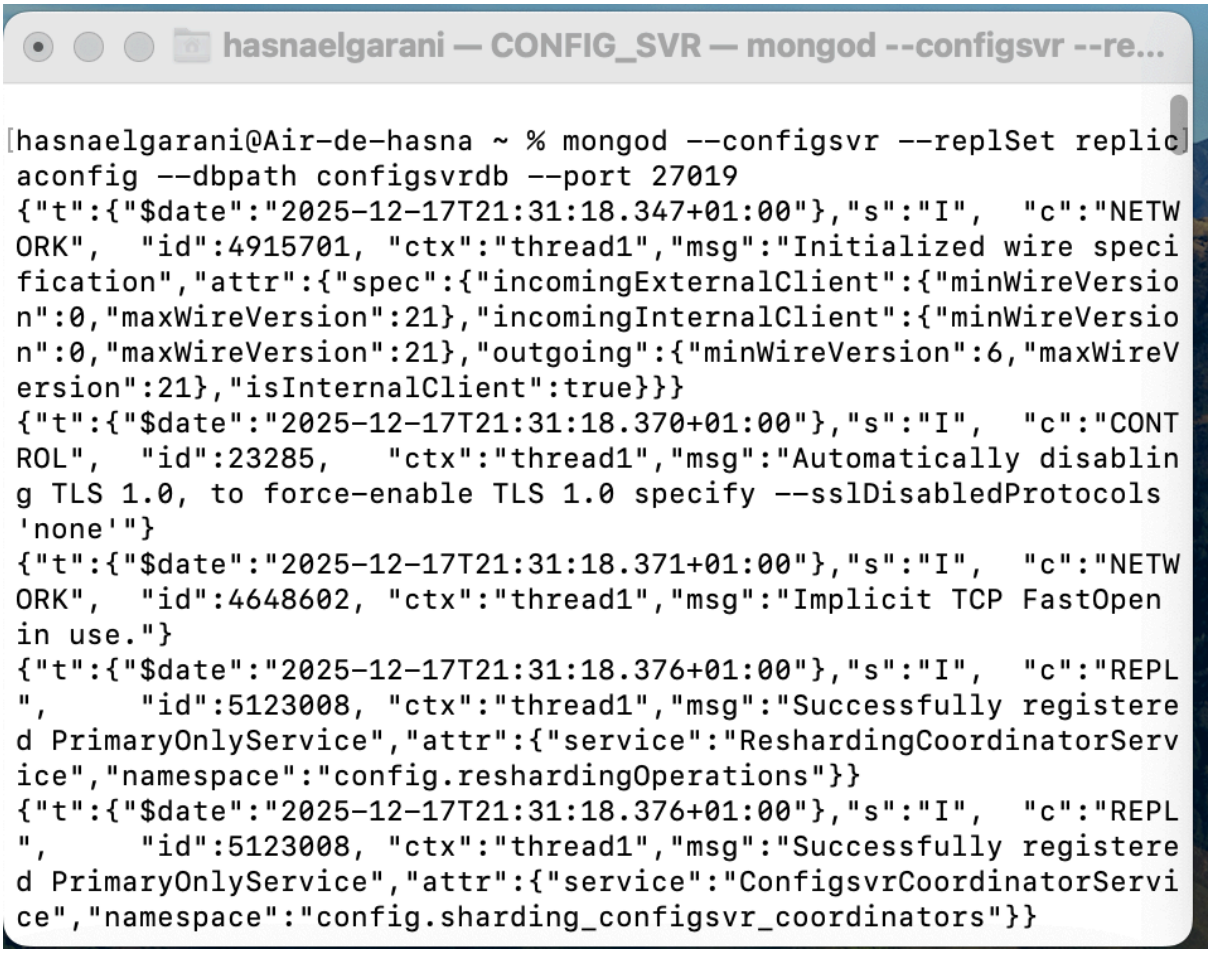
# 1. Création des répertoires de données

Dans le terminal CLIENT :

Trois répertoires de stockage ont été créés afin d'isoler les données du serveur de configuration et celles des deux shards.

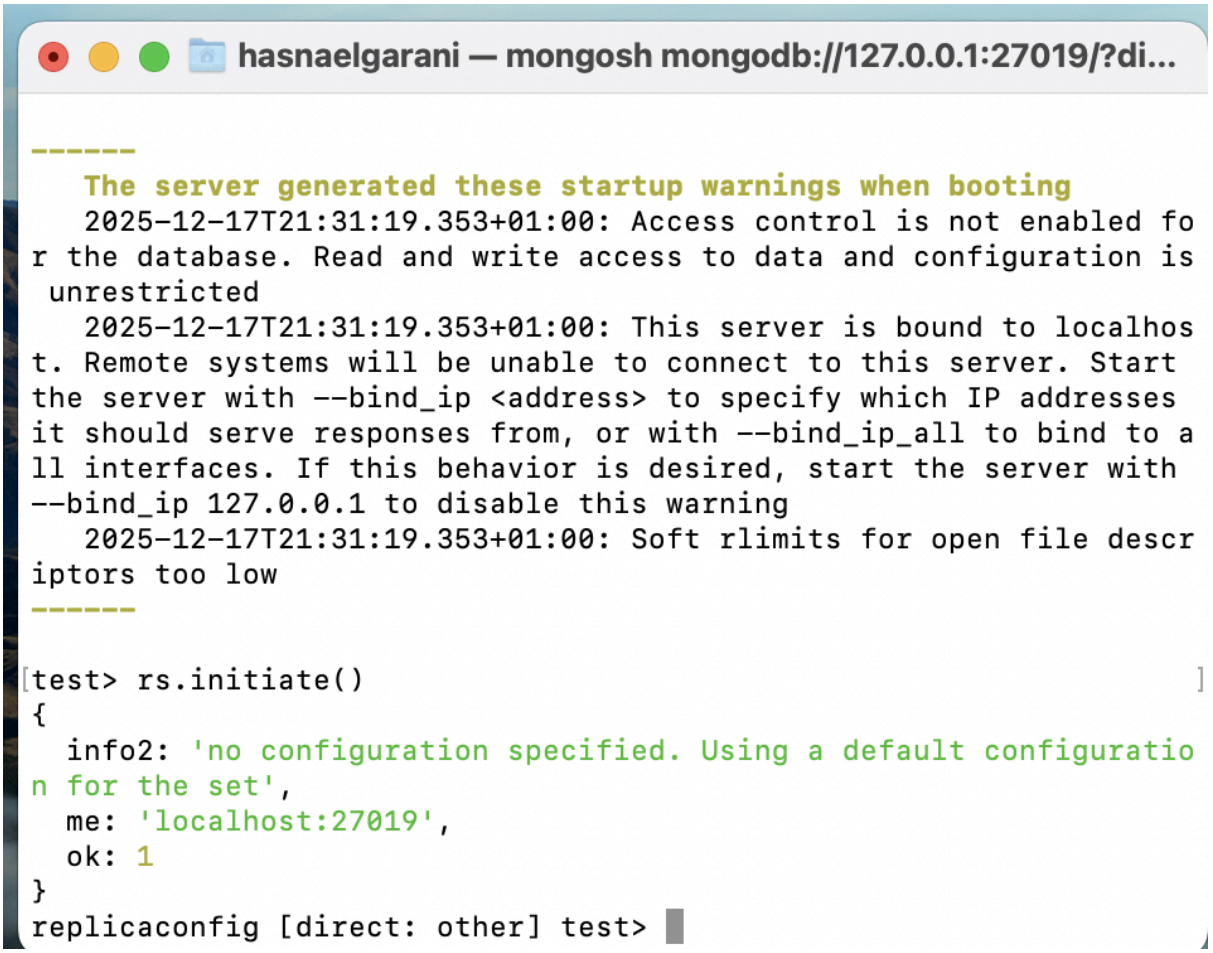

# 2. Mise en place du Config Server

**Terminal : CONFIG_SVR**




Dans le terminal CLIENT :

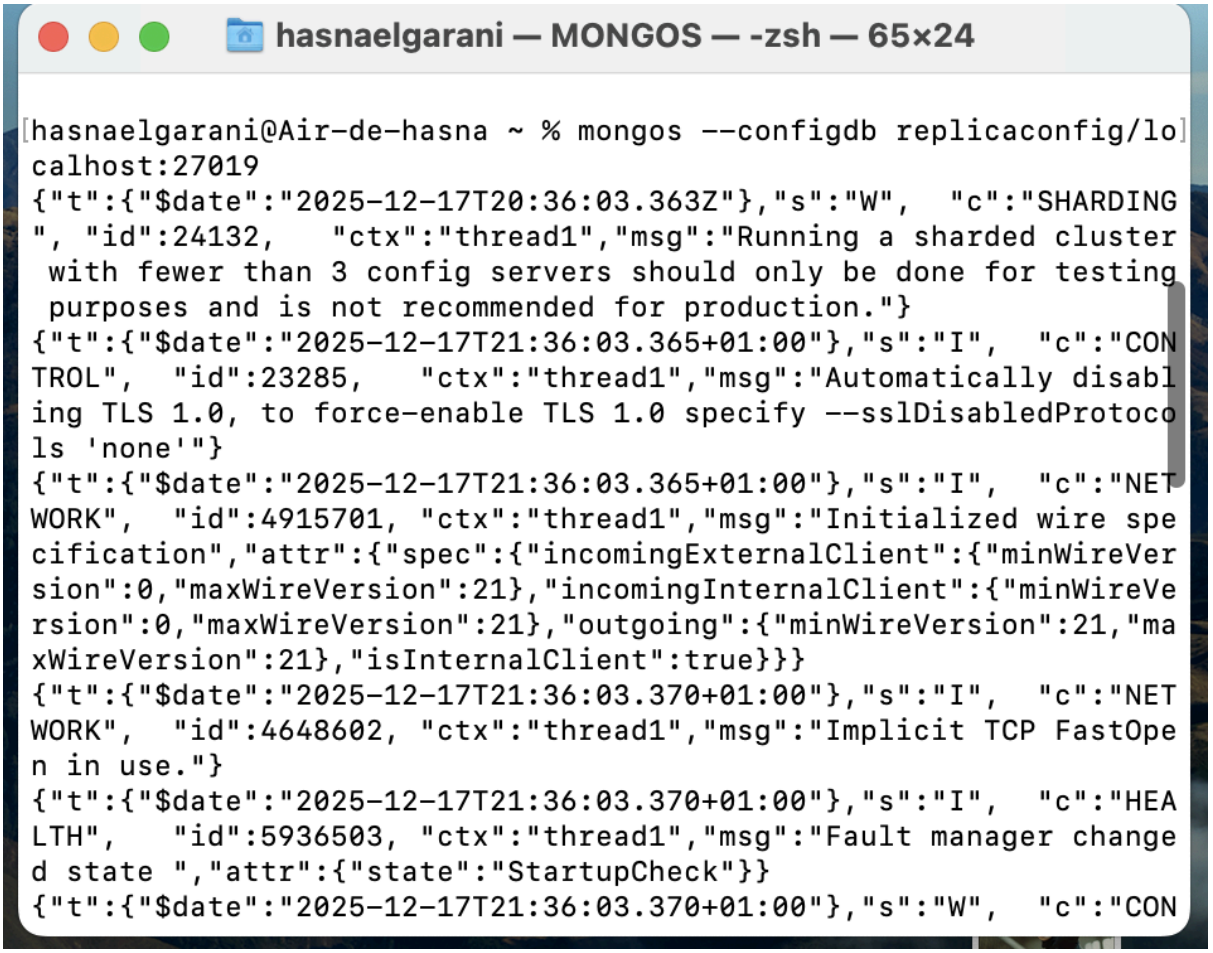
Un serveur de configuration a été démarré sur le port 27019. Celui-ci est intégré dans un replica set nommé replicaconfig, indispensable au bon fonctionnement du sharding, car il stocke les métadonnées de partitionnement du cluster.




# 3. Démarrage du routeur mongos

**Terminal : MONGOS**

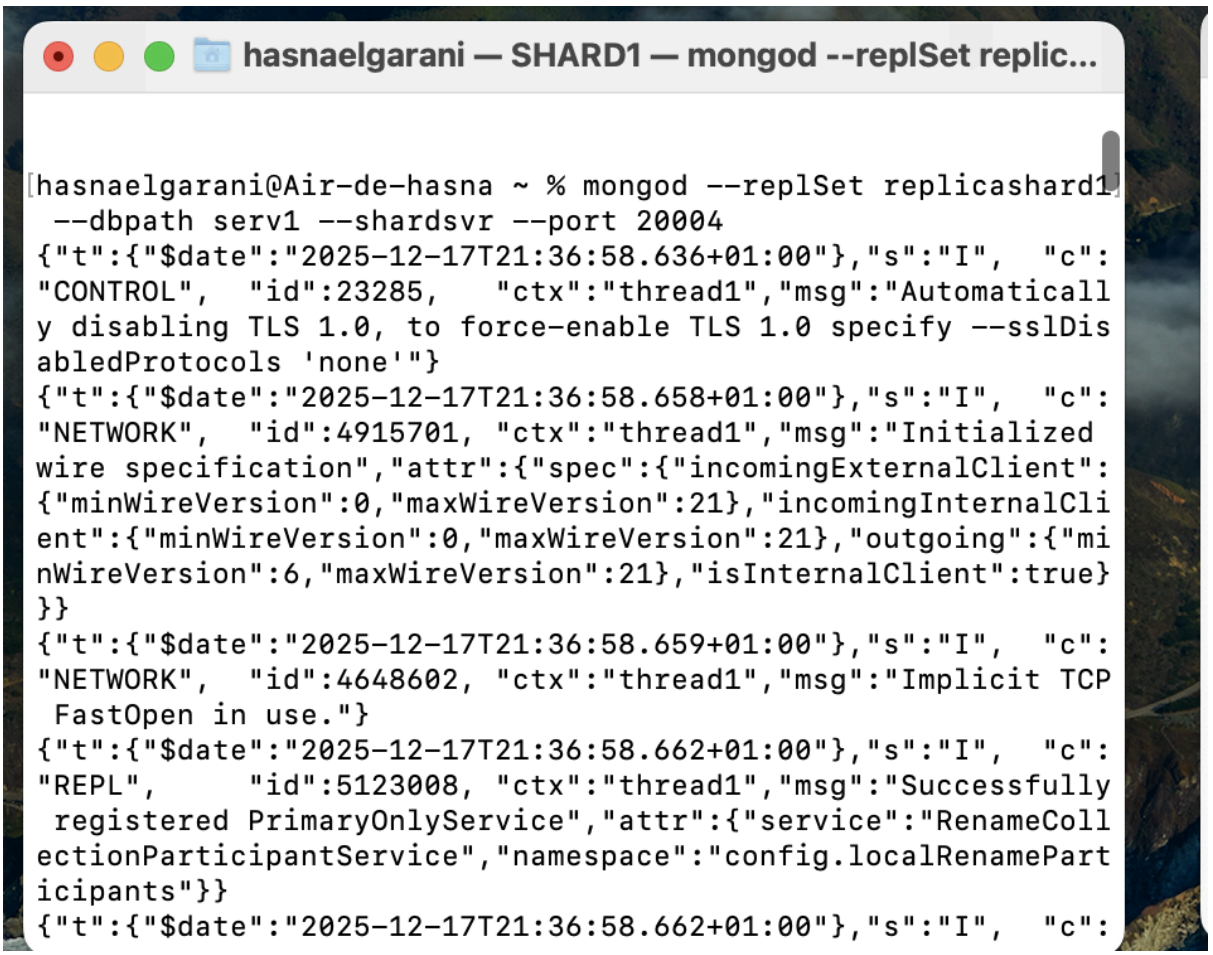
Le routeur mongos a été lancé. Il joue le rôle d'intermédiaire entre les clients et les shards, en redirigeant les requêtes vers les serveurs appropriés en fonction de la clé de sharding.



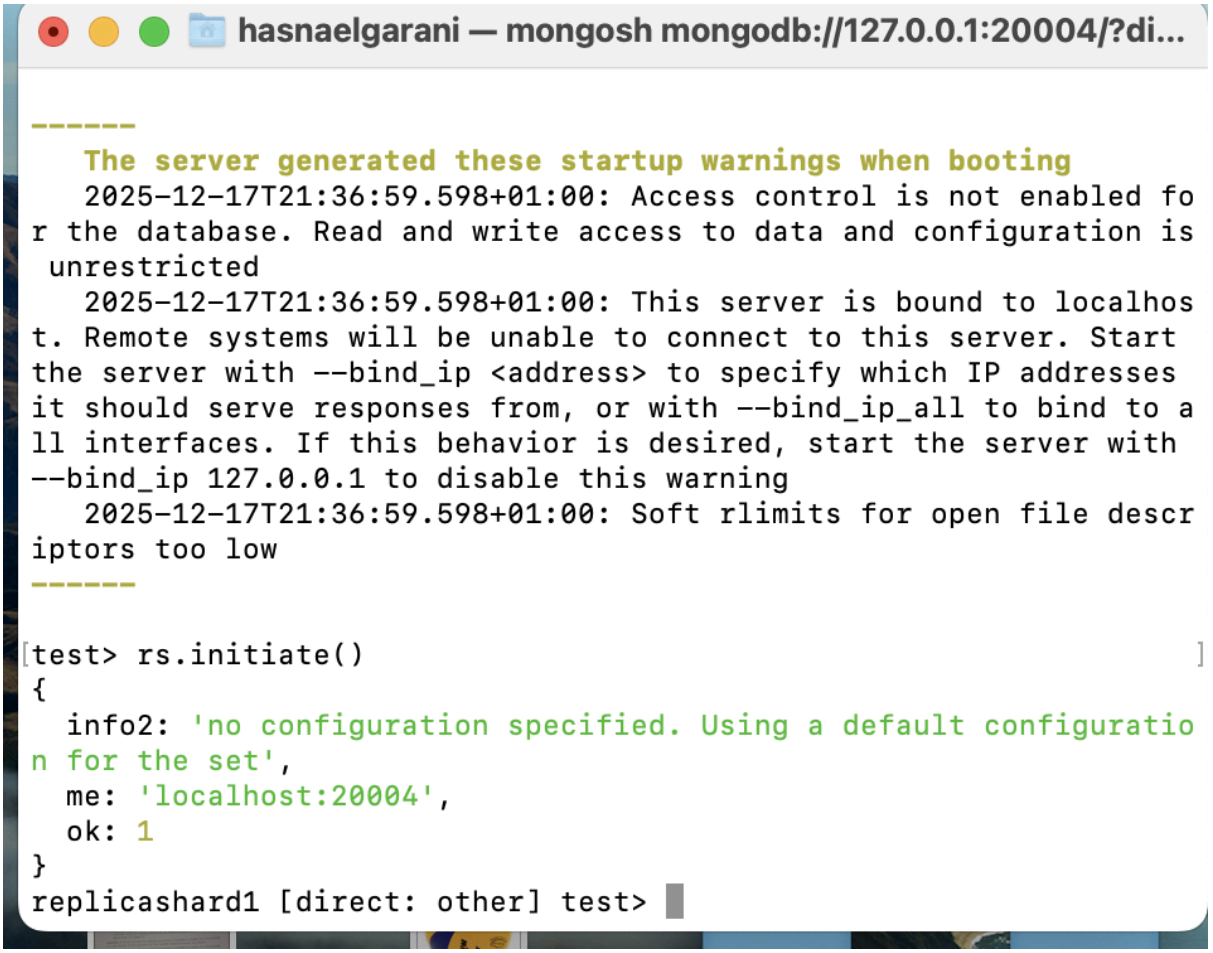

# 4. Mise en place des shards

- **Shard 1**

**Terminal : SHARD1**

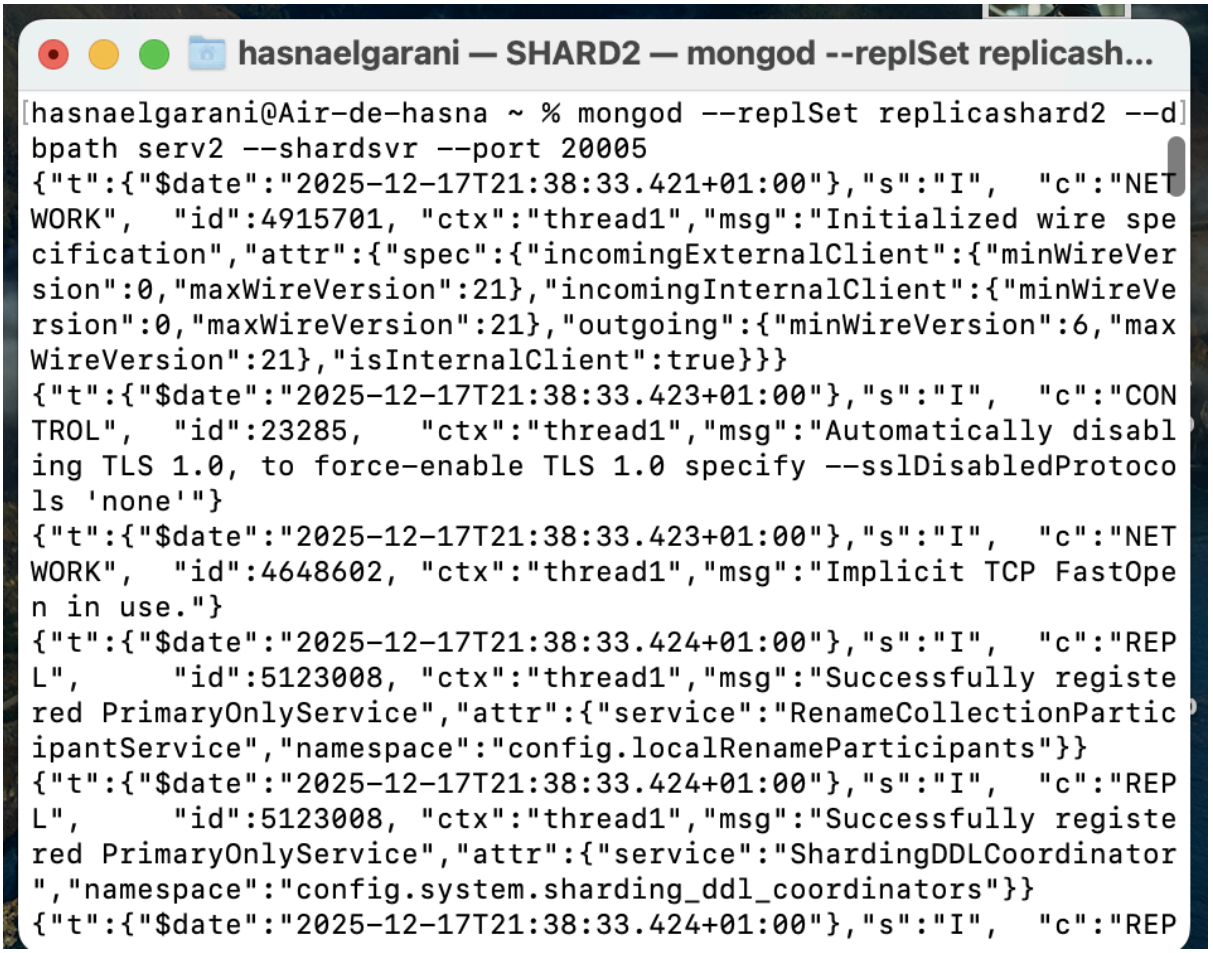

hasnaelgarani — SHARD1 — mongod --replSet replic...
hasnaelgarani@Air-de-hasna ~ % mongod --replSet replicashard1
--dbpath serv1 --shardsvr --port 20004
{"t":{"$date":"2025-12-17T21:36:58.636+01:00"},"s":"I", "c":
"CONTROL", "id":23285, "ctx":"thread1","msg":"Automaticall
y disabling TLS 1.0, to force-enable TLS 1.0 specify --sslDis
abledProtocols 'none'"}
{"t":{"$date":"2025-12-17T21:36:58.658+01:00"},"s":"I", "c":
"NETWORK", "id":4915701, "ctx":"thread1","msg":"Initialized
wire specification","attr":{"spec":{"incomingExternalClient":
{"minWireVersion":0,"maxWireVersion":21},"incomingInternalCli
ent":{"minWireVersion":0,"maxWireVersion":21},"outgoing":{"mi
nWireVersion":6,"maxWireVersion":21},"isInternalClient":true}
}}
{"t":{"$date":"2025-12-17T21:36:58.659+01:00"},"s":"I", "c":
"NETWORK", "id":4648602, "ctx":"thread1","msg":"Implicit TCP
FastOpen in use."}
{"t":{"$date":"2025-12-17T21:36:58.662+01:00"},"s":"I", "c":
"REPL", "id":5123008, "ctx":"thread1","msg":"Successfully
registered PrimaryOnlyService","attr":{"service":"RenameColl
ectionParticipantService","namespace":"config.localRenamePart
icipants"}}
{"t":{"$date":"2025-12-17T21:36:58.662+01:00"},"s":"I", "c":

**Dans CLIENT :**




- **Shard 2**

**Terminal : SHARD2**

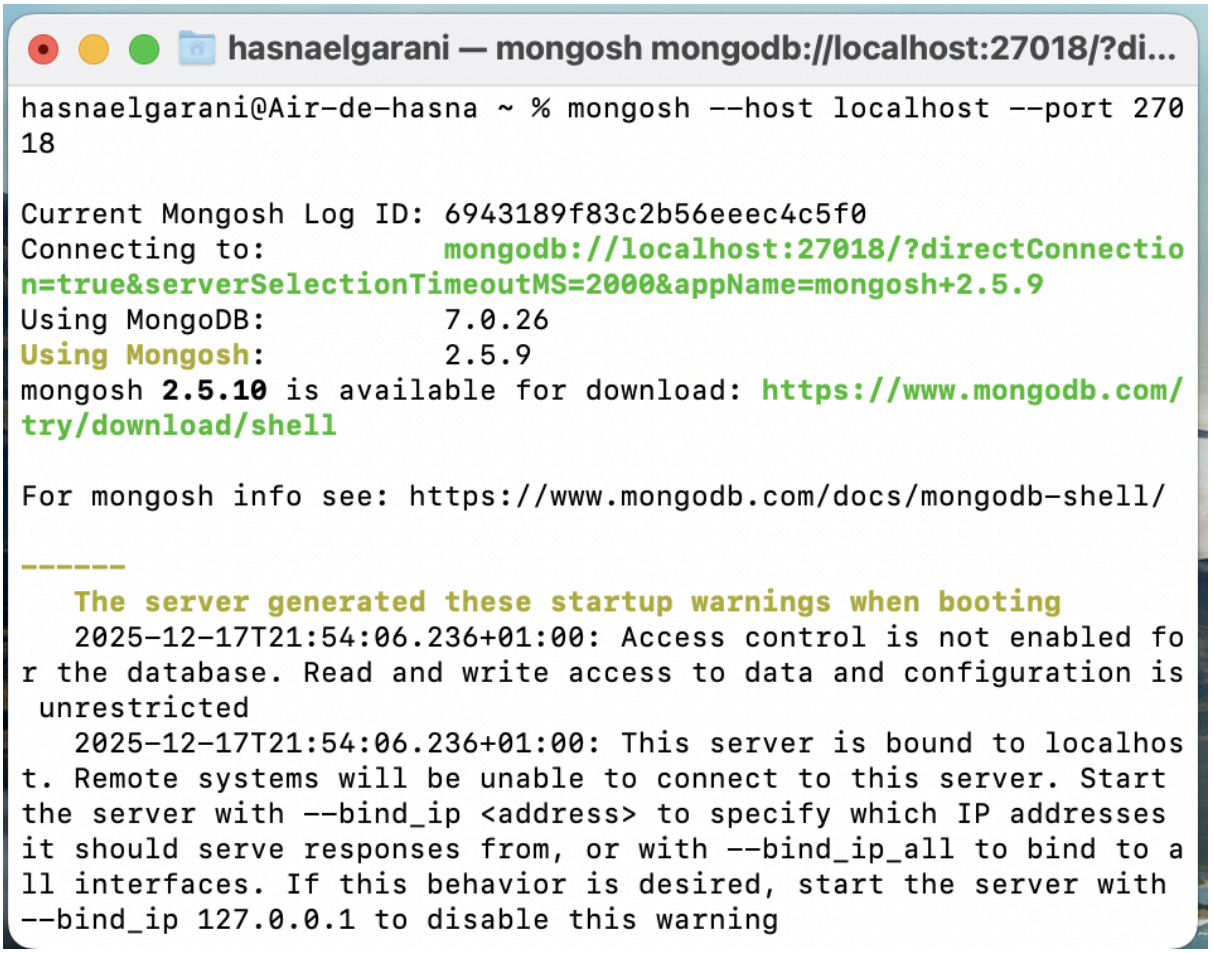

hasnaelgarani — SHARD2 — mongod --replSet replicash...
[hasnaelgarani@Air-de-hasna ~ % mongod --replSet replicashard2 --dbpath serv2 --shardsvr --port 20005
{"t":{"$date":"2025-12-17T21:38:33.421+01:00"},"s":"I", "c":"NETWORK", "id":4915701, "ctx":"thread1","msg":"Initialized wire specification","attr":{"spec":{"incomingExternalClient":{"minWireVersion":0,"maxWireVersion":21},"incomingInternalClient":{"minWireVersion":0,"maxWireVersion":21},"outgoing":{"minWireVersion":6,"maxWireVersion":21},"isInternalClient":true}}}
{"t":{"$date":"2025-12-17T21:38:33.423+01:00"},"s":"I", "c":"CONTROL", "id":23285, "ctx":"thread1","msg":"Automatically disabling TLS 1.0, to force-enable TLS 1.0 specify --sslDisabledProtocols 'none'"}
{"t":{"$date":"2025-12-17T21:38:33.423+01:00"},"s":"I", "c":"NETWORK", "id":4648602, "ctx":"thread1","msg":"Implicit TCP FastOpen in use."}
{"t":{"$date":"2025-12-17T21:38:33.424+01:00"},"s":"I", "c":"REPL", "id":5123008, "ctx":"thread1","msg":"Successfully registered PrimaryOnlyService","attr":{"service":"RenameCollectionParticipantService","namespace":"config.localRenameParticipants"}}
{"t":{"$date":"2025-12-17T21:38:33.424+01:00"},"s":"I", "c":"REPL", "id":5123008, "ctx":"thread1","msg":"Successfully registered PrimaryOnlyService","attr":{"service":"ShardingDDLCoordinator","namespace":"config.system.sharding_ddl_coordinators"}}
{"t":{"$date":"2025-12-17T21:38:33.424+01:00"},"s":"I", "c":"REP

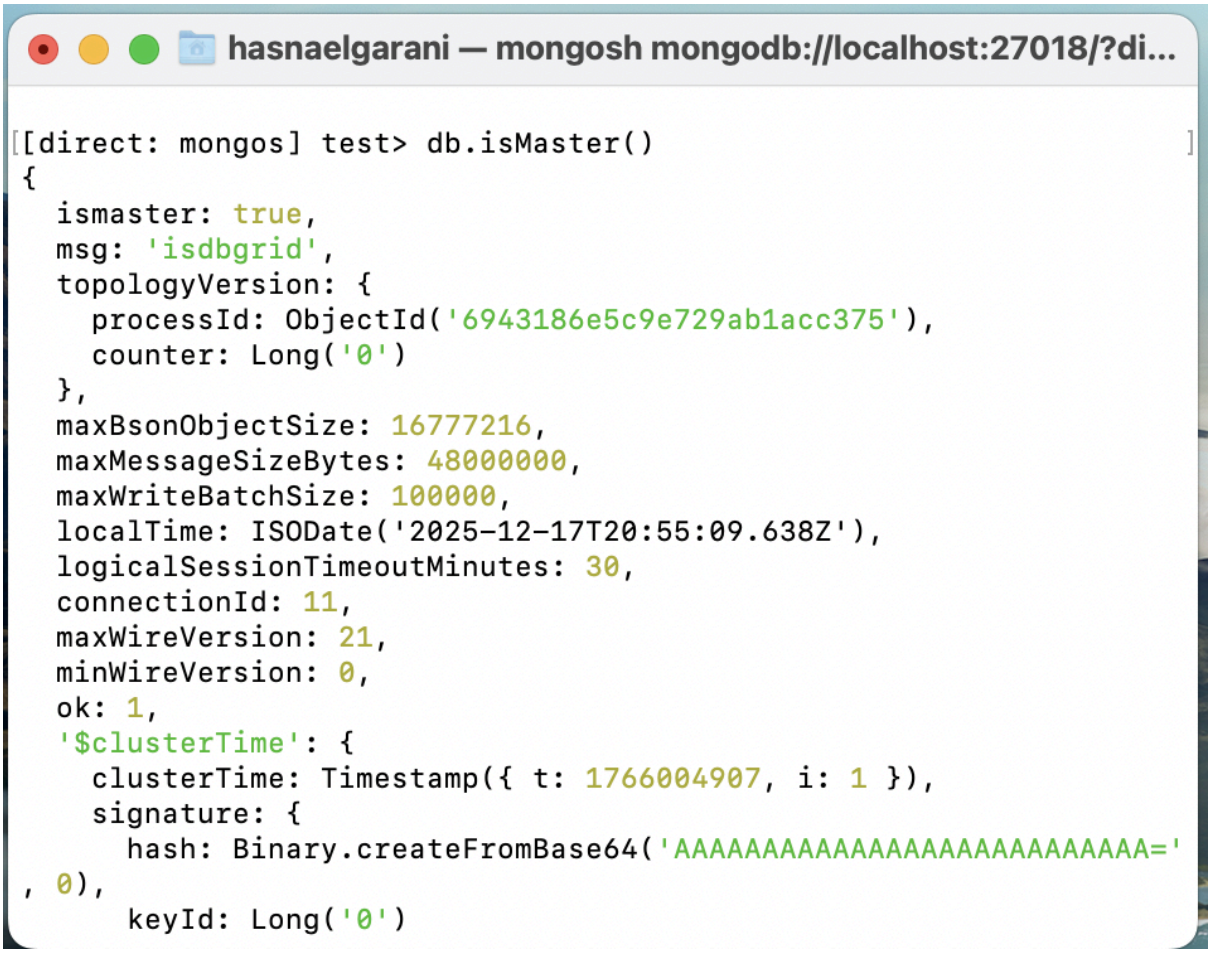
**Dans CLIENT :**


**Deux shards ont été déployés, chacun configuré comme un replica set. Cette approche permet d'assurer la tolérance aux pannes et la montée en charge du cluster.**

# 5. Ajout des shards au cluster

**Terminal : CLIENT (connecté à mongos)**


hasnaelgarani — mongosh mongodb://localhost:27018/?di...
hasnaelgarani@Air-de-hasna ~ % mongosh --host localhost --port 27018
Current Mongosh Log ID: 6943189f83c2b56eeec4c5f0
Connecting to: mongodb://localhost:27018/?directConnection=true&serverSelectionTimeoutMS=2000&appName=mongosh+2.5.9
Using MongoDB: 7.0.26
Using Mongosh: 2.5.9
mongosh 2.5.10 is available for download: https://www.mongodb.com/try/download/shell
For mongosh info see: https://www.mongodb.com/docs/mongodb-shell/
The server generated these startup warnings when booting
2025-12-17T21:54:06.236+01:00: Access control is not enabled for the database. Read and write access to data and configuration is unrestricted
2025-12-17T21:54:06.236+01:00: This server is bound to localhost. Remote systems will be unable to connect to this server. Start the server with --bind_ip <address> to specify which IP addresses it should serve responses from, or with --bind_ip_all to bind to all interfaces. If this behavior is desired, start the server with --bind_ip 127.0.0.1 to disable this warning




**Les deux shards ont été ajoutés dynamiquement au cluster MongoDB à l'aide du routeur mongos.**

```
}
[direct: mongos] test> sh.addShard("replicashard1/localhost:20004"
)
{
  shardAdded: 'replicashard1',
  ok: 1,
  '$clusterTime': {
    clusterTime: Timestamp({ t: 1766005073, i: 5 }),
    signature: {
      hash: Binary.createFromBase64('AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA='
, 0),
      keyId: Long('0')
    }
  },
  operationTime: Timestamp({ t: 1766005073, i: 5 })
}
[direct: mongos] test>
```

```
}
[direct: mongos] test> sh.addShard("replicashard2/localhost:20005"
)
{
  shardAdded: 'replicashard2',
  ok: 1,
  '$clusterTime': {
    clusterTime: Timestamp({ t: 1766005107, i: 13 }),
    signature: {
      hash: Binary.createFromBase64('AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA='
, 0),
      keyId: Long('0')
    }
  },
  operationTime: Timestamp({ t: 1766005107, i: 3 })
}
[direct: mongos] test>
```

## 6. Activation du sharding sur la base

**Le sharding n'étant pas activé par défaut, il a été explicitement activé sur la base de données mabasefilms.**

```
  }
]
[direct: mongos] test> sh.enableSharding("mabasefilms")
[...]
{
  ok: 1,
  '$clusterTime': {
    clusterTime: Timestamp({ t: 1766005196, i: 9 }),
    signature: {
      hash: Binary.createFromBase64('AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA='
, 0),
      keyId: Long('0')
    }
  },
  operationTime: Timestamp({ t: 1766005196, i: 3 })
}
[direct: mongos] test>
```

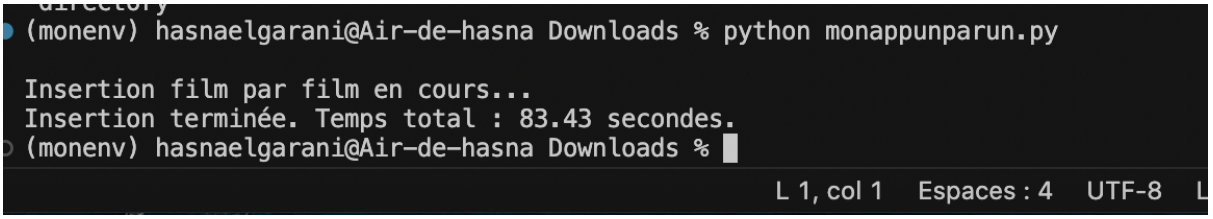
## 7. Sharding de la collection

**La collection films a été shardée en utilisant le champ titre comme clé de partitionnement. Cette clé permet de répartir les documents entre les shards selon des plages de valeurs.**

```
}
[direct: mongos] test> sh.shardCollection("mabasefilms.films", { "
titre": 1 })
[...]
{
  collectionsharded: 'mabasefilms.films',
  ok: 1,
  '$clusterTime': {
    clusterTime: Timestamp({ t: 1766005256, i: 8 }),
    signature: {
      hash: Binary.createFromBase64('AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA='
, 0),
      keyId: Long('0')
    }
  },
  operationTime: Timestamp({ t: 1766005256, i: 8 })
}
[direct: mongos] test>
```

# 8. Insertion des données et observation

Lors de l'insertion massive des films, MongoDB a automatiquement découpé les données en chunks et les a redistribués entre les shards afin d'équilibrer la charge, grâce au balancer.

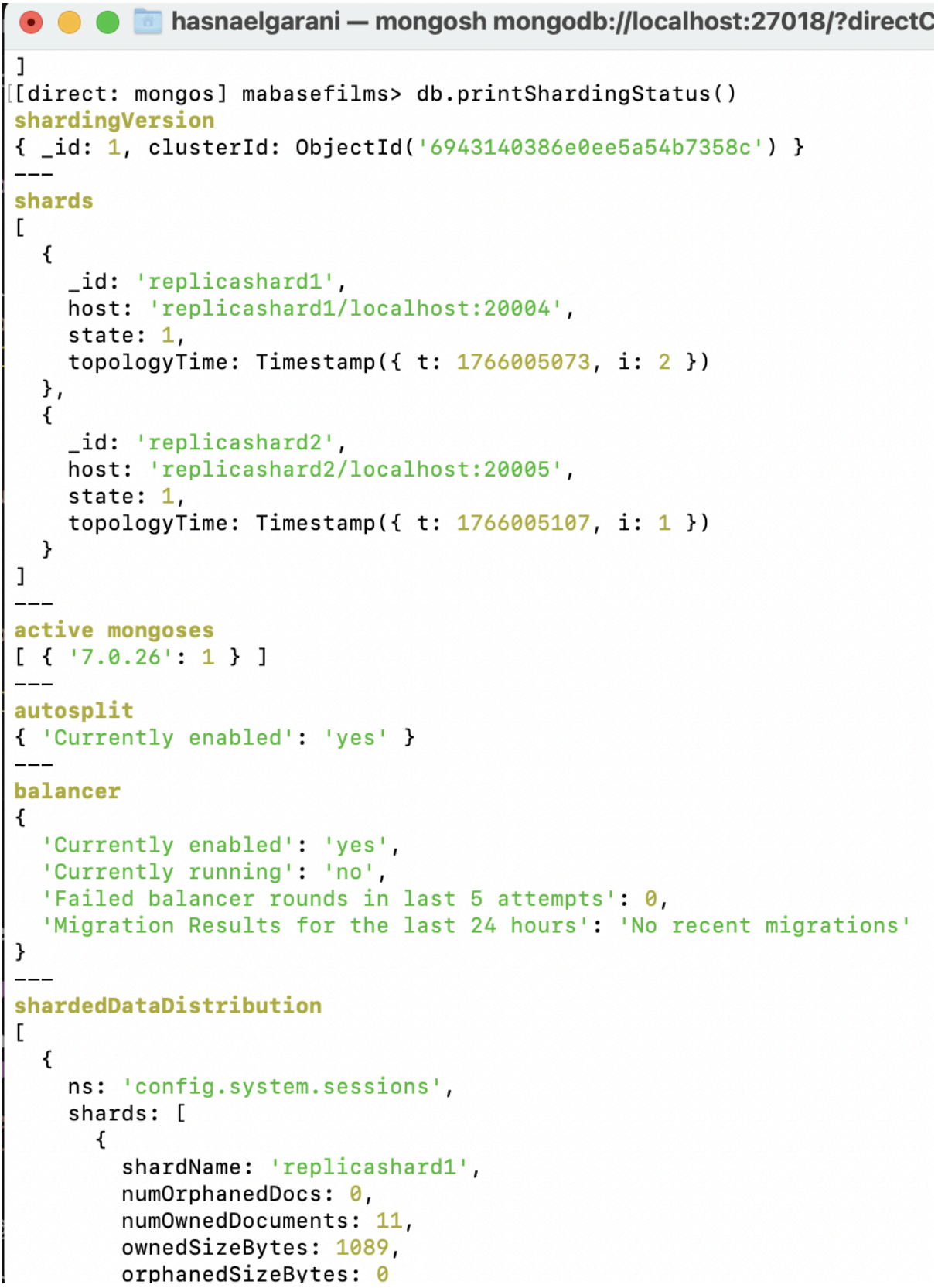



→ La commande sh.status() :

Cette commande permet de vérifier l'état général du cluster sharded, en affichant les shards, les chunks et l'activité du balancer.


→ La commande db.printShardingStatus():

Cette commande fournit des informations détaillées sur le sharding de chaque collection, la clé de sharding utilisée, et la répartition des chunks entre les shards.



→ La commande db.stats():

Cette commande affiche les statistiques globales de la base de données sélectionnée, notamment le nombre de documents, la taille des données et l'espace utilisé par les indexes.


hasnaelgarani — mongosh mongodb://localhost:27018/?directC
[direct: mongos] mabasefilms> db.stats()
{
raw: {
'replicashard1/localhost:20004': {
db: 'mabasefilms',
collections: Long('0'),
views: Long('0'),
objects: Long('0'),
avgObjSize: 0,
dataSize: 0,
storageSize: 0,
indexes: Long('0'),
indexSize: 0,
totalSize: 0,
scaleFactor: Long('1'),
fsUsedSize: 0,
fsTotalSize: 0,
ok: 1
},
'replicashard2/localhost:20005': {
db: 'mabasefilms',
collections: Long('1'),
views: Long('0'),
objects: Long('112482'),
avgObjSize: 129.99284329937234,
dataSize: 14621855,
storageSize: 4550656,
indexes: Long('2'),
indexSize: 5324800,
totalSize: 9875456,
scaleFactor: Long('1'),
fsUsedSize: 220412985344,
fsTotalSize: 245107195904,
ok: 1
}
},
db: 'mabasefilms',
collections: 1,
views: 0,
objects: 112482,
avgObjSize: 129.99284329937234,
dataSize: 14621855,
storageSize: 4550656,
totalSize: 9875456,
indexes: 2,
indexSize: 5324800,

1. **Qu’est-ce que le sharding dans MongoDB et pourquoi est-il utilisé ?**

   Le sharding est le partitionnement horizontal des données pour répartir la charge et gérer de grands volumes de données de manière scalable.

2. **Quelle est la différence entre le sharding et la réplication dans MongoDB ?**

   La réplication assure la redondance et la haute disponibilité des données, tandis que le sharding distribue les données sur plusieurs serveurs pour l’évolutivité.

3. **Quels sont les composants d’une architecture shardée (mongos, config servers, shards) ?**

   Les shards stockent les données, les config servers conservent la configuration du cluster, et les mongos route les requêtes vers les shards appropriés.

4. **Quelles sont les responsabilités des config servers (CSRS) dans un cluster shardé ?**

   Ils stockent la métadonnée du cluster, la carte des chunks et la configuration du sharding.

5. **Quel est le rôle du mongos router ?**

   Le mongos dirige les requêtes clients vers les shards corrects en utilisant les informations des config servers.

6. **Comment MongoDB décide-t-il sur quel shard stocker un document ?**

   MongoDB utilise la clé de sharding pour déterminer le chunk correspondant et stocke le document sur le shard qui possède ce chunk.

7. **Qu’est-ce qu’une clé de sharding et pourquoi est-elle essentielle ?**

   C’est un ou plusieurs champs définissant la distribution des documents entre shards, essentielle pour équilibrer la charge et optimiser les requêtes.

8. **Quels sont les critères de choix d’une bonne clé de sharding ?**

   Cardinalité élevée, uniformité de distribution, stabilité et pertinence par rapport aux requêtes fréquentes.

9. **Qu’est-ce qu’un chunk dans MongoDB ?**

   Un chunk est un sous-ensemble contigu de documents dans une collection, basé sur la clé de sharding.

10. **Comment fonctionne le splitting des chunks ?**

    MongoDB divise automatiquement un chunk lorsqu’il dépasse une taille limite (par défaut 64 Mo) pour équilibrer les données.

11. **Que fait le balancer dans un cluster shardé ?**

Il redistribue les chunks entre shards pour équilibrer la charge et optimiser l'espace de stockage.

12. **Quand et comment le balancer déplace-t-il des chunks ?**

    Lorsqu'un shard devient surchargé, le balancer migre des chunks vers des shards moins chargés, automatiquement en arrière-plan.

13. **Qu'est-ce qu'un hot shard et comment l'éviter ?**

    Un shard qui reçoit trop de trafic ou de données ; on l'évite en choisissant une clé de sharding bien distribuée.

14. **Quels problèmes une clé de sharding monotone peut-elle engendrer ?**

    Elle peut créer un hotspot, concentrer l'écriture sur un seul shard et réduire les performances.

15. **Comment activer le sharding sur une base de données et sur une collection ?**

```
sh.enableSharding("mabasefilms")
sh.shardCollection("mabasefilms.films", { "titre": 1 })
```

16. **Comment ajouter un nouveau shard à un cluster MongoDB ?**

```
sh.addShard("replicaName/host:port")
```

17. **Comment vérifier l'état du cluster shardé (commandes usuelles) ?**

    sh.status(), db.printShardingStatus(), db.stats()

18. **Dans quels cas faut-il envisager d'utiliser un hashed sharding key ?**

    Lorsque la distribution uniforme des documents est prioritaire, indépendamment de la valeur logique des données.

19. **Dans quels cas faut-il privilégier un ranged sharding key ?**

    Lorsque les requêtes sont souvent basées sur des plages de valeurs et que l'ordre des données est important.

20. **Qu'est-ce que le zone sharding et quel est son intérêt ?**

    C'est l'assignation de chunks à des zones spécifiques pour contrôler la localisation des données et optimiser la géodistribution ou la conformité.

21. **Comment MongoDB gère-t-il les requêtes multi-shards ?**

Le mongos divise la requête et interroge tous les shards concernés, puis combine les résultats avant de les renvoyer au client.

22. **Comment optimiser les performances de requêtes dans un environnement shardé ?**

    Utiliser des clés de sharding adaptées, créer des indexes sur la clé de sharding et limiter les requêtes aux shards ciblés.

23. **Que se passe-t-il lorsqu'un shard devient indisponible ?**

    Les données sur ce shard deviennent inaccessibles, mais les autres shards restent opérationnels ; la réplication peut assurer la continuité si configurée.

24. **Comment migrer une collection existante vers un schéma shardé ?**

    Créer la collection shardée avec sh.shardCollection() et laisser MongoDB redistribuer les documents selon la clé de sharding.

25. **Quels outils ou métriques utiliser pour diagnostiquer les problèmes de sharding ?**

    sh.status(), db.printShardingStatus(), db.currentOp(), logs MongoDB, et monitoring via MongoDB.