



Analyse d'un réseau de transport urbain

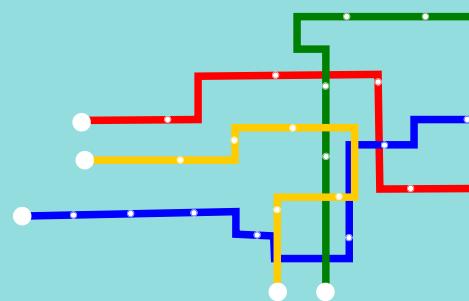
OUSSENI Bicharati
KOBA Kami



Objectifs à analyser :

- Fréquentation des lignes et des arrêts.
- Calcul des retards moyens.
- Classement des lignes les plus ponctuelles.
- Périodes de forte affluence.

L'Architecture (Le Schéma Relationnel)



La table lignes et la table arrêts

Lignes		
CP	id_ligne	int
	nom_ligne	varchar(50)
	type_ligne	varchar(1)

Arrêts		
CP	id_arret	int
	nom_arret	varchar(50)

Représente les lignes du réseau (bus ou tram)

- Exemple: Ligne T1 (**Gare de Dijon ↔ Quetigny**)
- 58 lignes

Représente un arrêt physique du réseau Divia

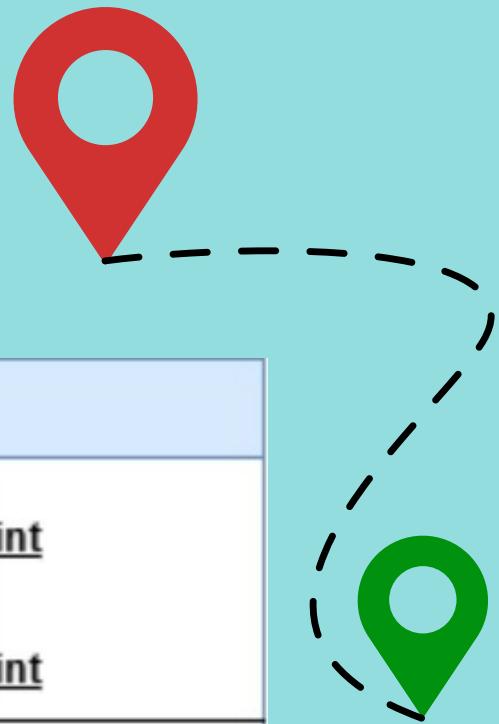
- Exemple: Arrêt **Université**
- 1 120 arrêts

L'Architecture (Le Schéma Relationnel)

La table passagers et la table trajets

Passagers		
CP	id_passage	int
	abonnement	varchar(50)

Trajets		
CP	id_trajet	int
CE	ligne_id	int
	date_trajet	date
	heure_depart_prevue	time
	heure_depart_reelle	time



Représente un voyage précis
d'une ligne, à une date et heure
donnée

L'Architecture (Le Schéma Relationnel)



La table validations

Validations		
CP	id_validation	<u>int</u>
CE	passager_id	<u>int</u>
CE	trajet_arret_id	<u>int</u>
	date_validation	<u>time</u>

Permet de mesurer l'influence directe des passagers sur le temps de parcours

L'Architecture (Le Schéma Relationnel)



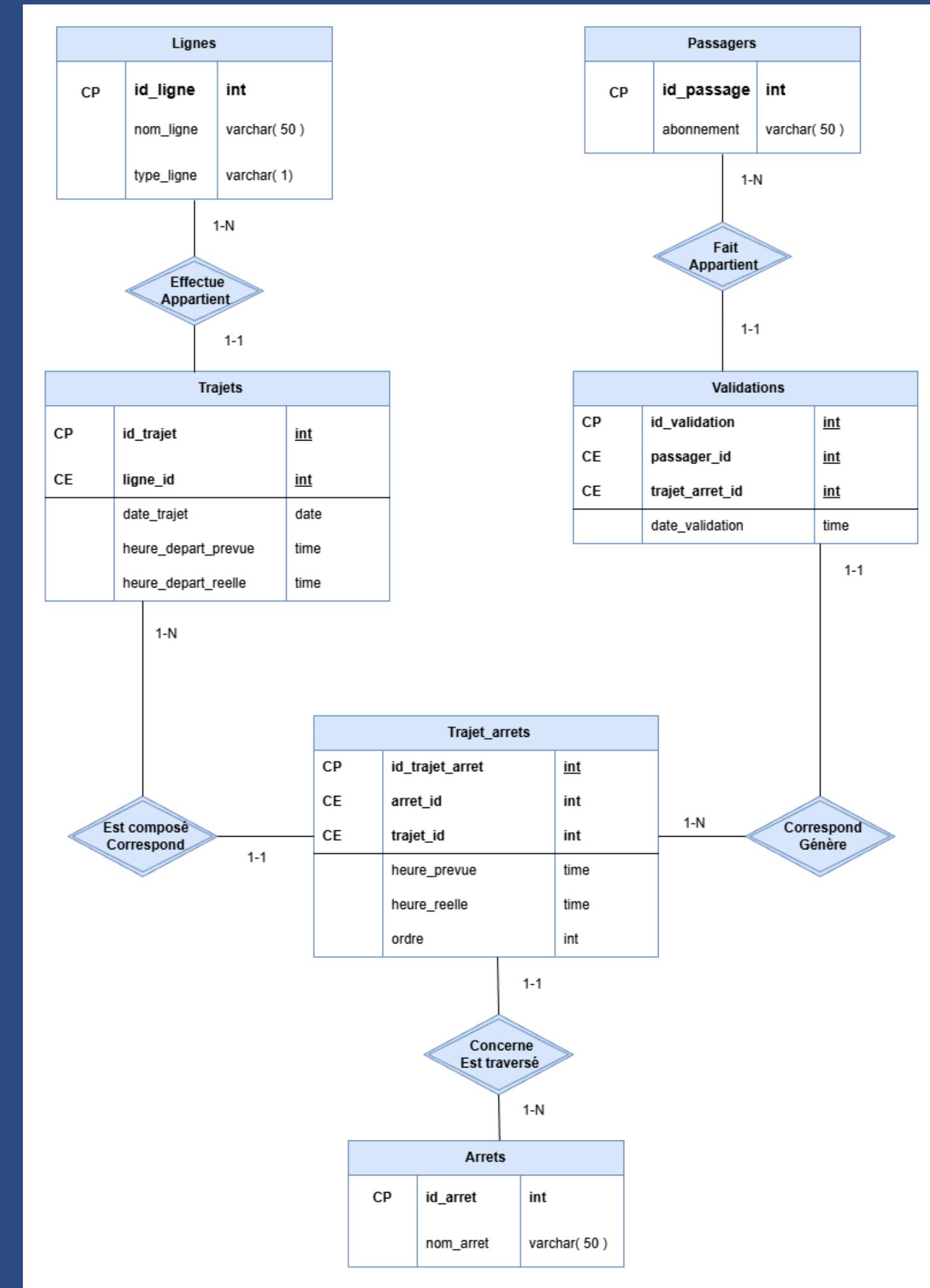
La table trajet_arrets

Trajet_arrets		
CP	<u>id_trajet_arret</u>	<u>int</u>
CE	<u>arret_id</u>	<u>int</u>
CE	<u>trajet_id</u>	<u>int</u>
	<u>heure_prevue</u>	<u>time</u>
	<u>heure_reelle</u>	<u>time</u>
	<u>ordre</u>	<u>int</u>

Représente un passage précis d'un trajet à un arrêt

Rôle:

- Déterminer à quelle heure un trajet passe à un arrêt
- Calculer le retard arrêt par arrêt
- Connecter les validations à un passage précis
- Analyser la fréquentation par arrêt (ex : Darcy très fréquenté le matin)



Modélisation des Flux et Contraintes Réelles

Modélisation des Flux et Contraintes Réelles

Simulation avec python:

- 1120 Arrêts et 58 Lignes (Données réelles de Divia)
- 4000 Passagers
- 10092 Trajets
- 80736 trajet_arrets
- 507 502 Validations

Modélisation des Flux et Contraintes Réelles

Simulation avec python:

- 1120 Arrêts et 58 Lignes (Données réelles de Divia)
- 4000 Passagers
- 10092 Trajets
- 80736 trajet_arrets
- 507 502 Validations

Réalisme des flux

- Plus de monde dans les Trams et les Lianes
- Une affluence plus forte en semaine que le week-end

Modélisation des Flux et Contraintes Réelles

Simulation avec python:

- 1120 Arrêts et 58 Lignes (Données réelles de Divia)
- 4000 Passagers
- 10092 Trajets
- 80736 trajet_arrets
- 507 502 Validations

Capacités

-  Tramway (T) : 200 places
-  Lianes (L) : 100 places
-  Autres (A) : 60 places

Réalisme des flux

- Plus de monde dans les Trams et les Lianes
- Une affluence plus forte en semaine que le week-end

Modélisation des Flux et Contraintes Réelles

Simulation avec python:

- 1120 Arrêts et 58 Lignes (Données réelles de Divia)
- 4000 Passagers
- 10092 Trajets
- 80736 trajet_arrets
- 507 502 Validations

Capacités

-  Tramway (T) : 200 places
-  Lianes (L) : 100 places
-  Autres (A) : 60 places

Réalisme des flux

- Plus de monde dans les Trams et les Lianes
- Une affluence plus forte en semaine que le week-end

Calcul du retard

$$\text{Temps d'arrêt} = 25\text{s} + (1,5\text{s}/\text{passager}) + 45\text{s} \text{ (si bondé)}$$

Fréquentation des lignes et des arrêts

Fréquentation des lignes et des arrêts

Fréquentation par ligne

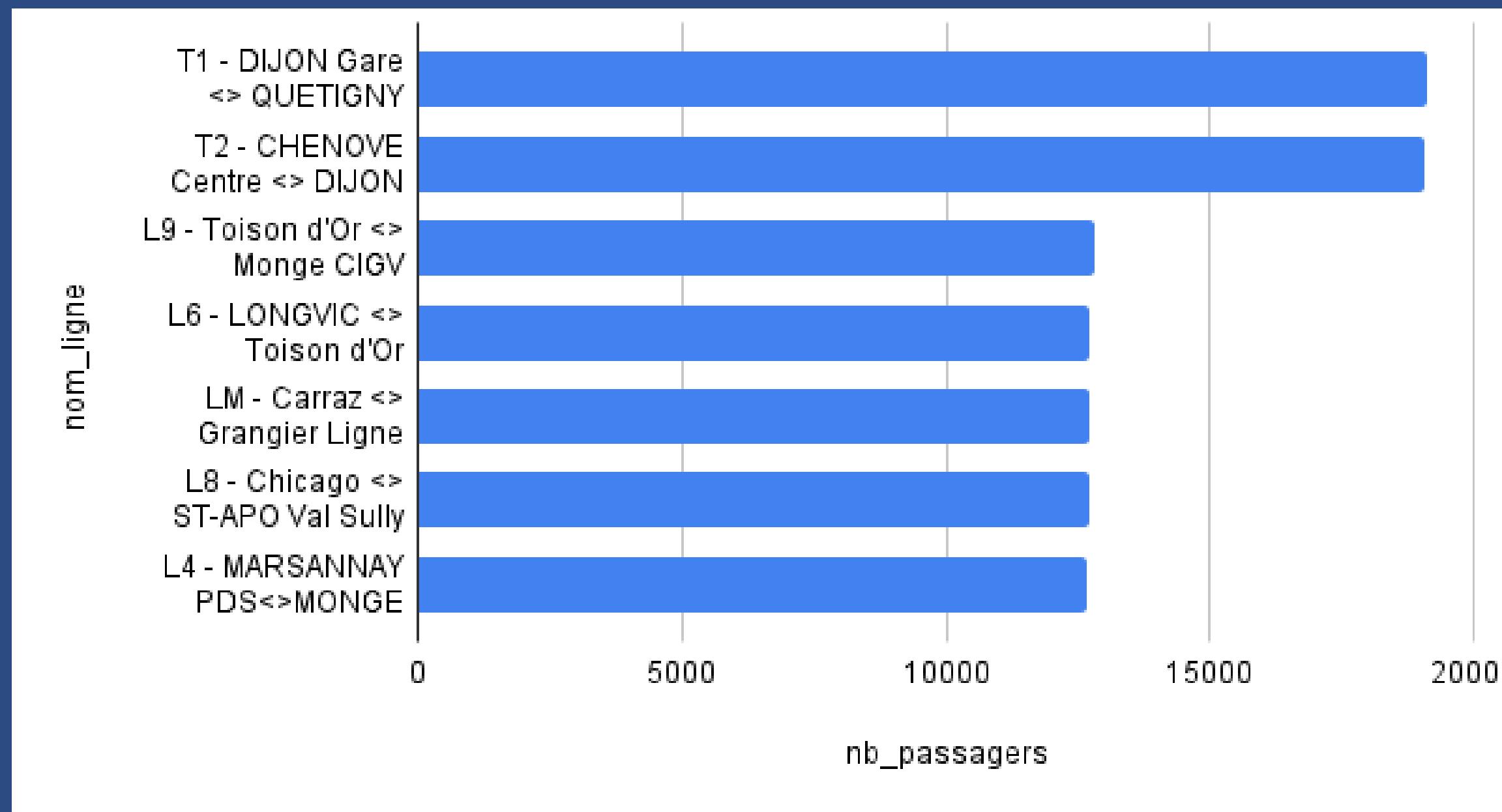
- Permet d'identifier les lignes les plus utilisées
- Aide les gestionnaires à ajuster l'offre de transport

(ajout de bus, fréquence plus élevée, optimisation des heures de pointe)

```
SELECT
    l.nom_ligne,
    COUNT(*) AS nb_passagers,
    l.type_ligne
FROM VALIDATIONS v
JOIN TRAJET_ARRETS ta ON ta.id_trajet_arret = v.trajet_arret_id
JOIN TRAJETS t ON t.id_trajet = ta trajet_id
JOIN LIGNES l ON l.id_ligne = t.ligne_id
GROUP BY l.nom_ligne
ORDER BY nb_passagers DESC;
```

Fréquentation des lignes et des arrêts

Fréquentation par ligne



Fréquentation des lignes et des arrêts

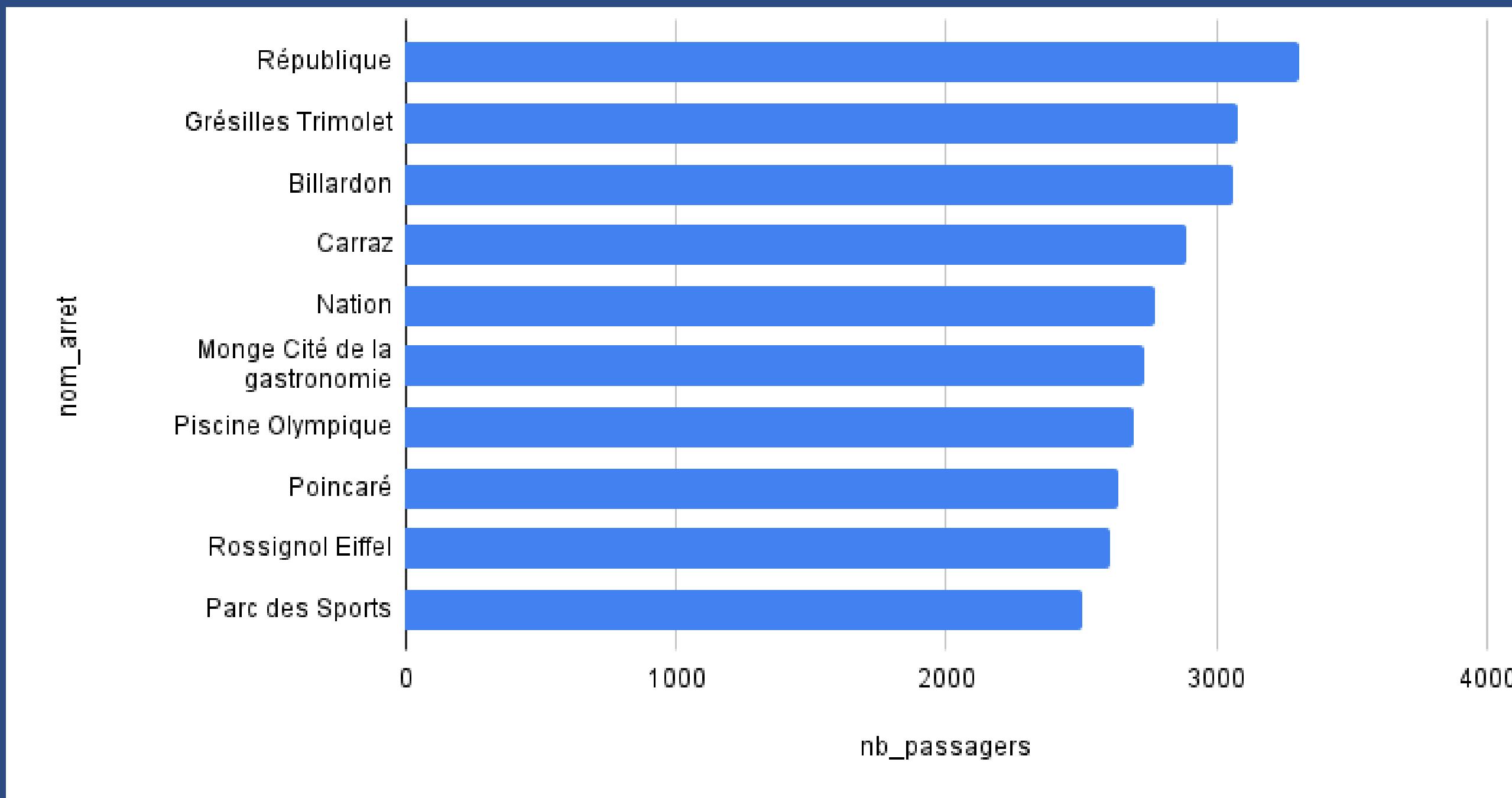
Fréquentation par arrêt

Permet d'identifier les arrêts les plus fréquentés,
afin de prioriser l'installation d'abris,l'amélioration de la capacité locale par exemple

```
SELECT
    a.nom_arret,
    COUNT(*) AS nb_passagers
FROM VALIDATIONS v
JOIN TRAJET_ARRETS ta ON ta.id_trajet_arret = v.trajet_arret_id
JOIN ARRETS a ON a.id_arret = ta.arret_id
GROUP BY a.nom_arret
ORDER BY nb_passagers DESC;
```

Fréquentation des lignes et des arrêts

Fréquentation par arrêt



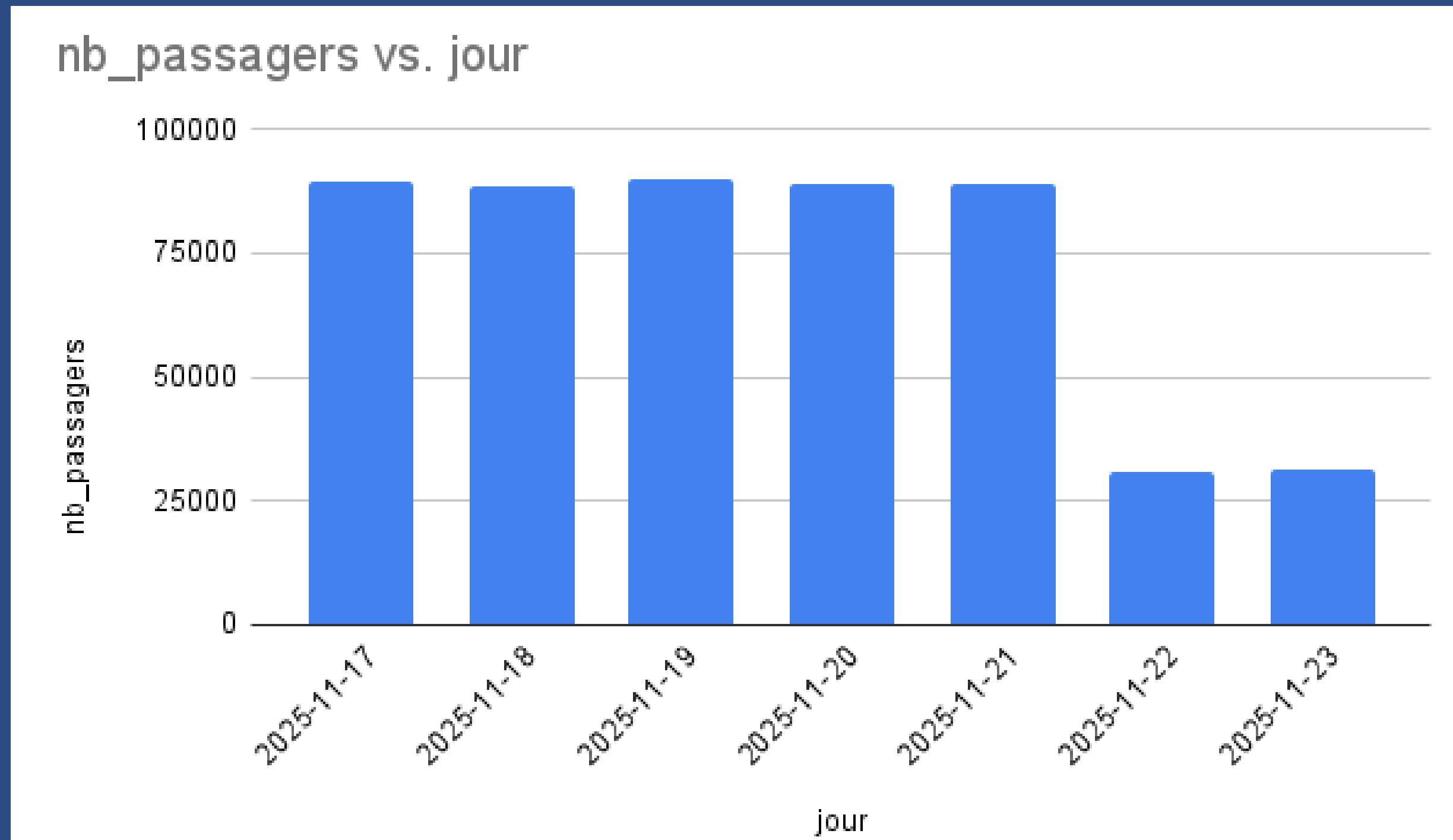
Fréquentation des lignes et des arrêts

Fréquentation par jour

```
SELECT
    T.date_trajet AS jour,
    COUNT(V.id_validation) AS nb_passagers
FROM VALIDATIONS V
JOIN TRAJET_ARRETS TA ON V.trajet_arret_id = TA.id_trajet_arret
JOIN TRAJETS T ON TA.trajet_id = T.id_trajet
GROUP BY jour
ORDER BY jour ASC;
```

Fréquentation des lignes et des arrêts

Fréquentation par jour



Calcul des retards moyens

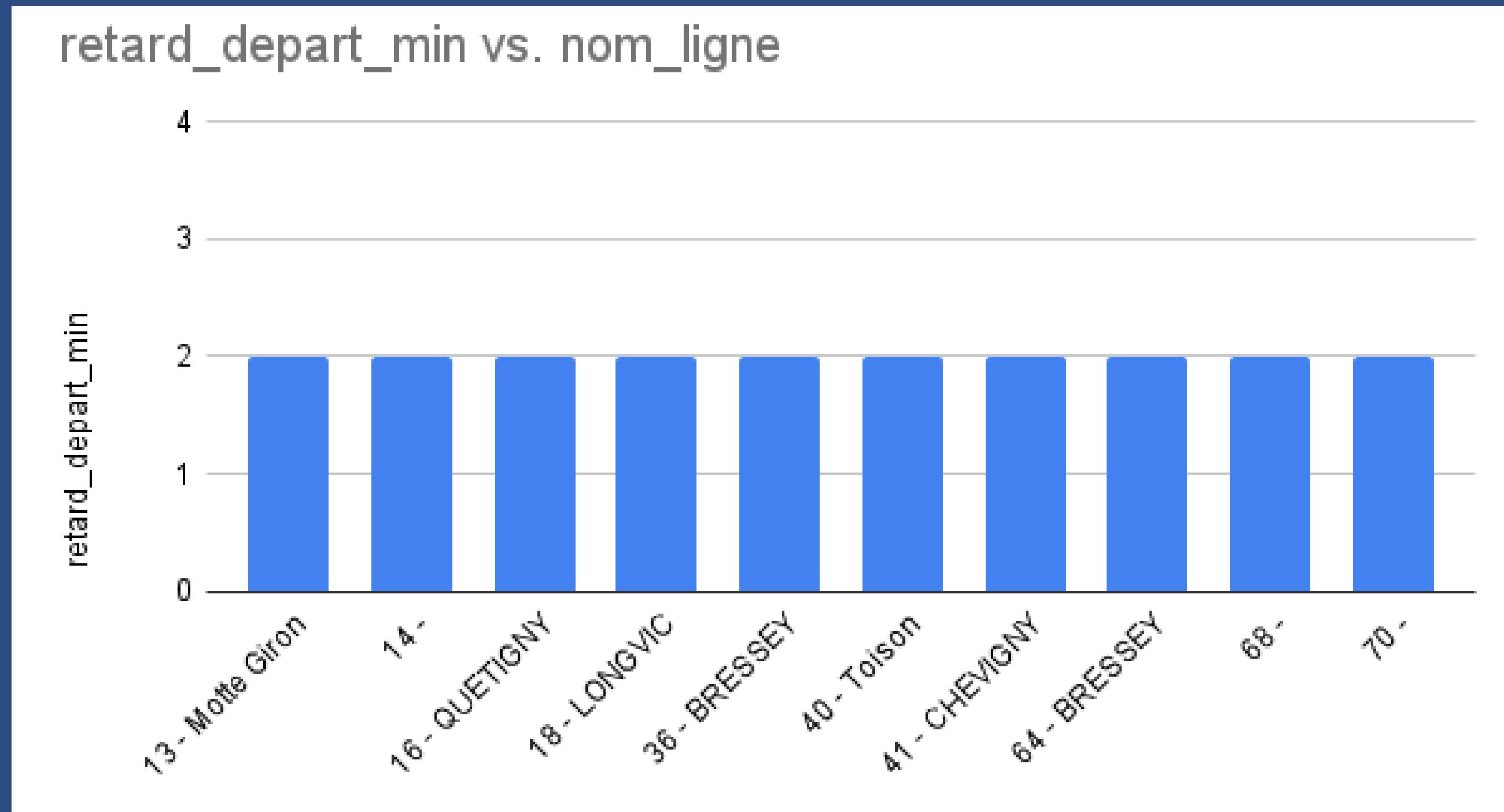
Calcul des retards moyens

Retard au départ du trajet

```
SELECT  
    l.nom_ligne,  
    ROUND( (strftime('%s', t.heure_depart_reelle) -  
            strftime('%s', t.heure_depart_prevue)) / 60.0, 2) AS retard_depart_min  
FROM TRAJETS t  
JOIN LIGNES l ON t.ligne_id = l.id_ligne  
ORDER BY retard_depart_min DESC;
```

Calcul des retards moyens

Retard au départ du trajet



Calcul des retards moyens

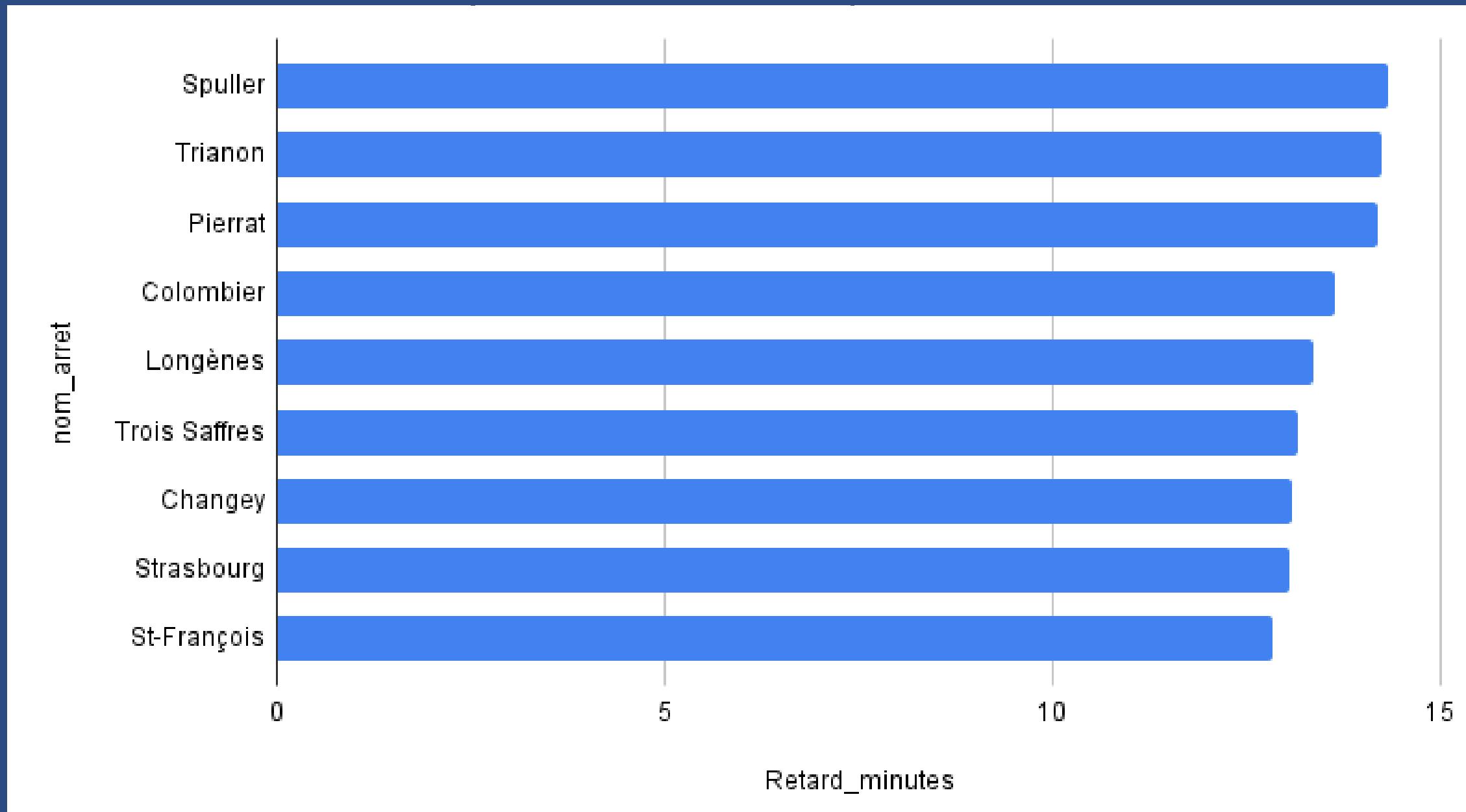
Retard par passage (arrêt par arrêt)

- Calculer le retard pour chaque passage d'un trajet à un arrêt.
- Identifier précisément où le retard se crée dans le parcours .

```
SELECT
    ta.id_trajet_arret,
    ta.trajet_id,
    a.nom_arret,
    ta.ordre,
    ROUND((strftime('%s', ta.heure_reelle) -
           strftime('%s', ta.heure_prevue)) / 60.0, 2) AS Retard_minutes
FROM TRAJET_ARRETS ta
JOIN ARRETS a ON a.id_arret = ta.arret_id
ORDER BY retard_minutes DESC;
```

Calcul des retards moyens

Retard par passage (arrêt par arrêt)



Calcul des retards moyens

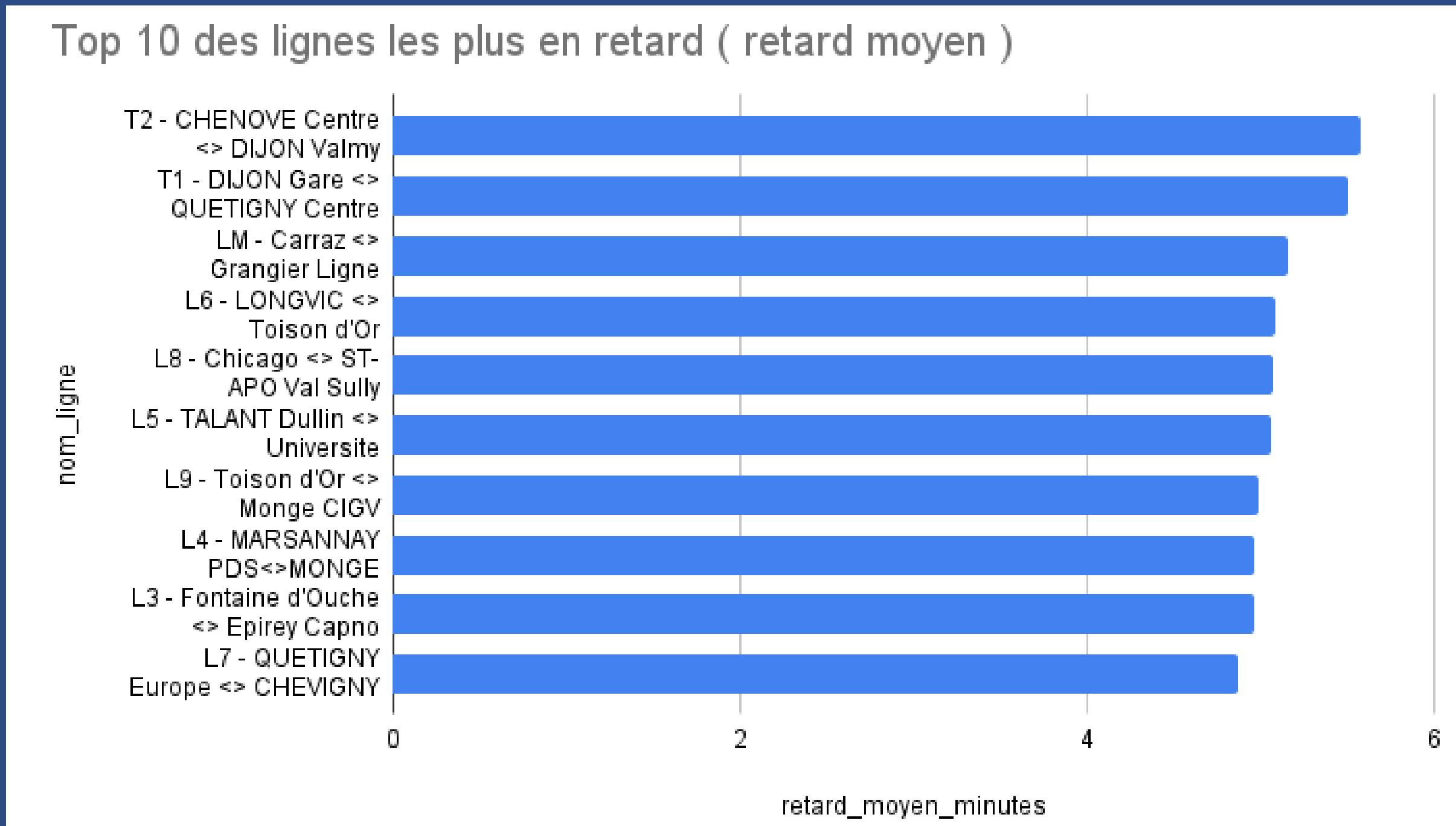
Retard moyen par ligne

- Mesurer la ponctualité globale de chaque ligne.
- Connaitre les lignes qui doivent être optimisées

```
SELECT
    l.id_ligne,
    l.nom_ligne,
    l.type_ligne,
    ROUND(
        AVG(
            (strftime('%s', ta.heure_reelle) - strftime('%s', ta.heure_prevue)) / 60.0
        )
        , 2) AS retard_moyen_minutes
FROM TRAJET_ARRETS ta
JOIN TRAJETS t ON t.id_trajet = ta trajet_id
JOIN LIGNES l ON l.id_ligne = t.ligne_id
GROUP BY l.id_ligne, l.nom_ligne
ORDER BY retard_moyen_minutes DESC;
```

Calcul des retards moyens

Retard moyen par ligne



Classement des lignes les plus ponctuelles

Classement des lignes les plus ponctuelles

Pourcentage de trajets à l'heure

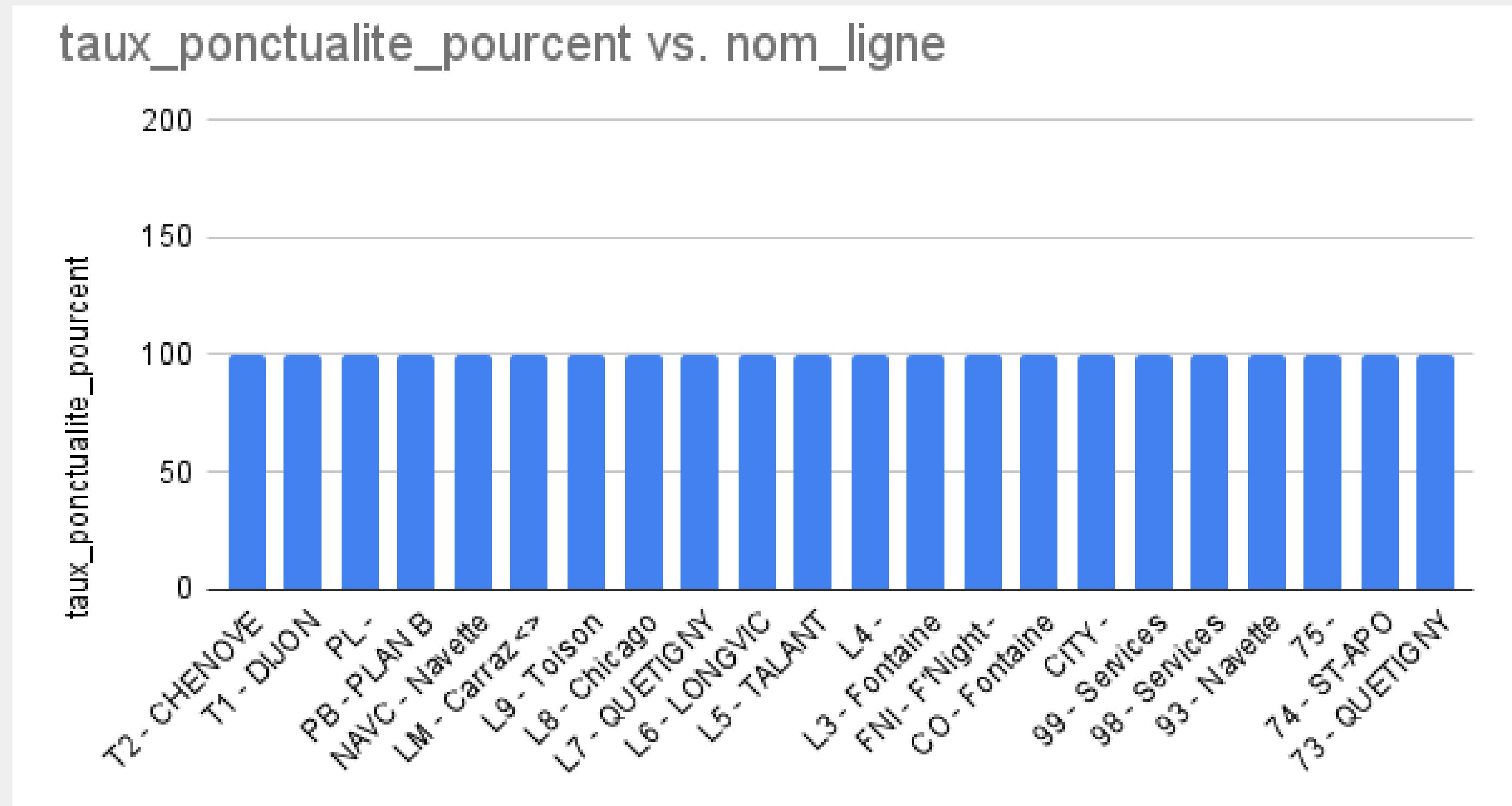
```
SELECT
    l.nom_ligne,
    -- Calcul du pourcentage de ponctualité (entre 0 et 3 minutes de retard)
    ROUND(
        COUNT(CASE
            WHEN (strftime('%s', t.heure_depart_reelle) - strftime('%s', t.heure_depart_prevue)) BETWEEN 0 AND 180
            THEN 1
        END) * 100.0 / COUNT(*), 2) AS taux_ponctualite_pourcent,
    |
    COUNT(*) AS total_trajets

FROM TRAJETS t
JOIN LIGNES l ON l.id_ligne = t.ligne_id

GROUP BY l.nom_ligne
ORDER BY taux_ponctualite_pourcent DESC;
```

Classement des lignes les plus ponctuelles

Pourcentage de trajets à l'heure



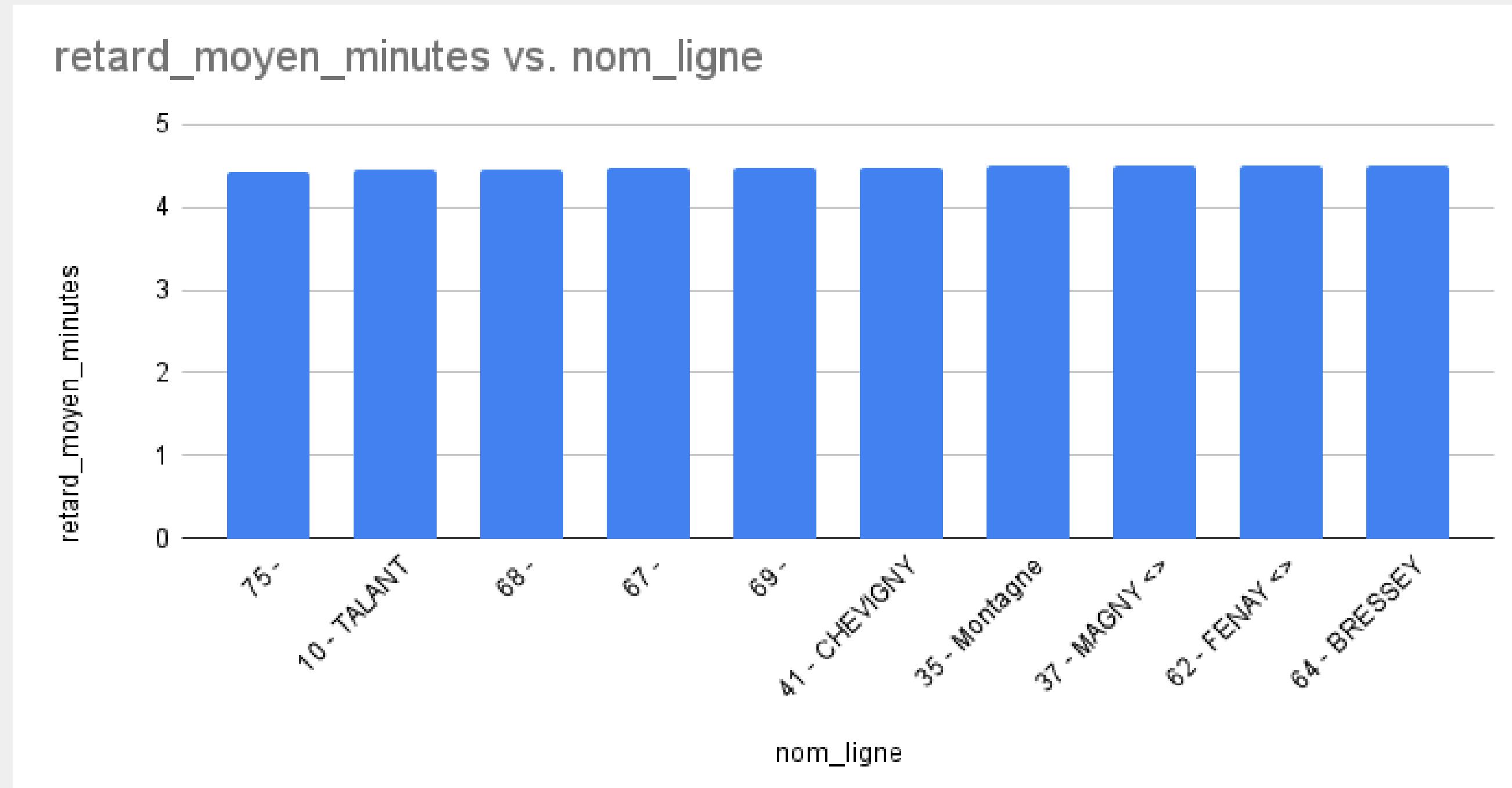
Classement des lignes les plus ponctuelles

Lignes les plus ponctuelles du début jusqu'à la fin du trajet

```
SELECT
    --ta.trajet_id AS id_trajet,
    nom_ligne,
    ROUND(
        AVG(
            (strftime('%s', ta.heure_reelle) - strftime('%s', ta.heure_prevue)) / 60.0
        )
        , 2) AS retard_moyen_minutes
FROM TRAJET_ARRETS ta
inner join trajets as a on a.id_trajet= ta.trajet_id
inner join lignes as l on l.id_ligne= a.ligne_id
GROUP BY l.nom_ligne
ORDER BY retard_moyen_minutes ;
```

Classement des lignes les plus ponctuelles

Lignes les plus ponctuelles du début jusqu'à la fin du trajet



Périodes de forte affluence

Périodes de forte affluence

Affluence par heure

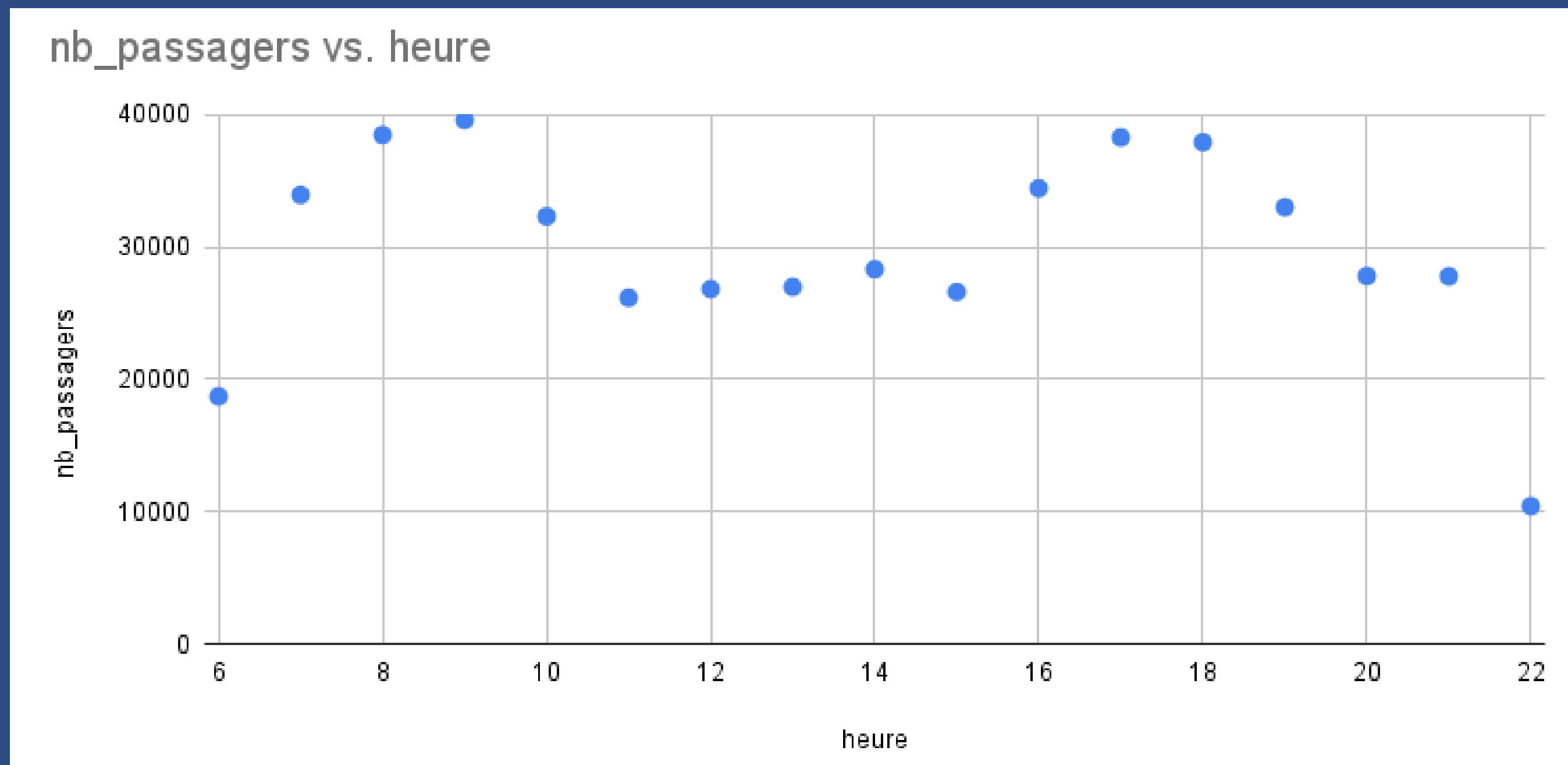
Permet d'identifier les heures de pointe réelles. Aide à décider :

- d'augmenter la fréquence,
- d'ajuster les amplitudes horaires,
- d'allouer des bus supplémentaires.

```
SELECT
    strftime('%H', v.date_validation) AS heure,
    COUNT(*) AS nb_passagers
FROM VALIDATIONS v
GROUP BY heure
ORDER BY nb_passagers DESC;
```

Périodes de forte affluence

Affluence par heure



Périodes de forte affluence

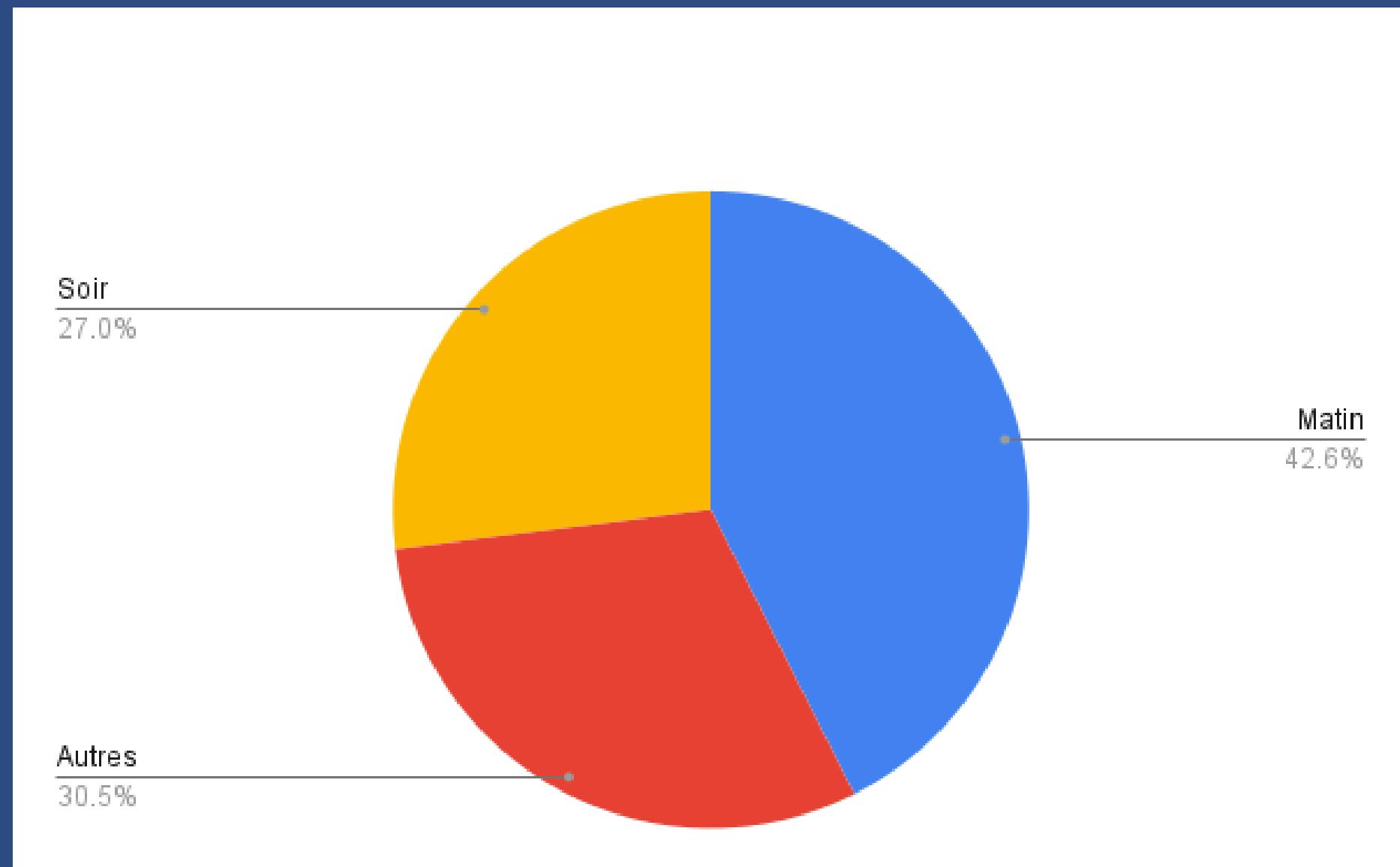
Affluence par tranche horaire (matin/soir)

Permet d'avoir une vue plus générale : matinée vs soirée. Utile pour planifier les équipes et les véhicules.

```
SELECT
    CASE
        WHEN CAST(strftime('%H', v.date_validation) AS INT) BETWEEN 6 AND 12 THEN 'Matin'
        WHEN CAST(strftime('%H', v.date_validation) AS INT) BETWEEN 18 AND 23 THEN 'Soir'
        ELSE 'Autres'
    END AS periode,
    COUNT(*) AS nb_passagers
FROM VALIDATIONS v
GROUP BY periode
ORDER BY nb_passagers DESC;
```

Périodes de forte affluence

Affluence par tranche horaire (matin/soir)



Périodes de forte affluence

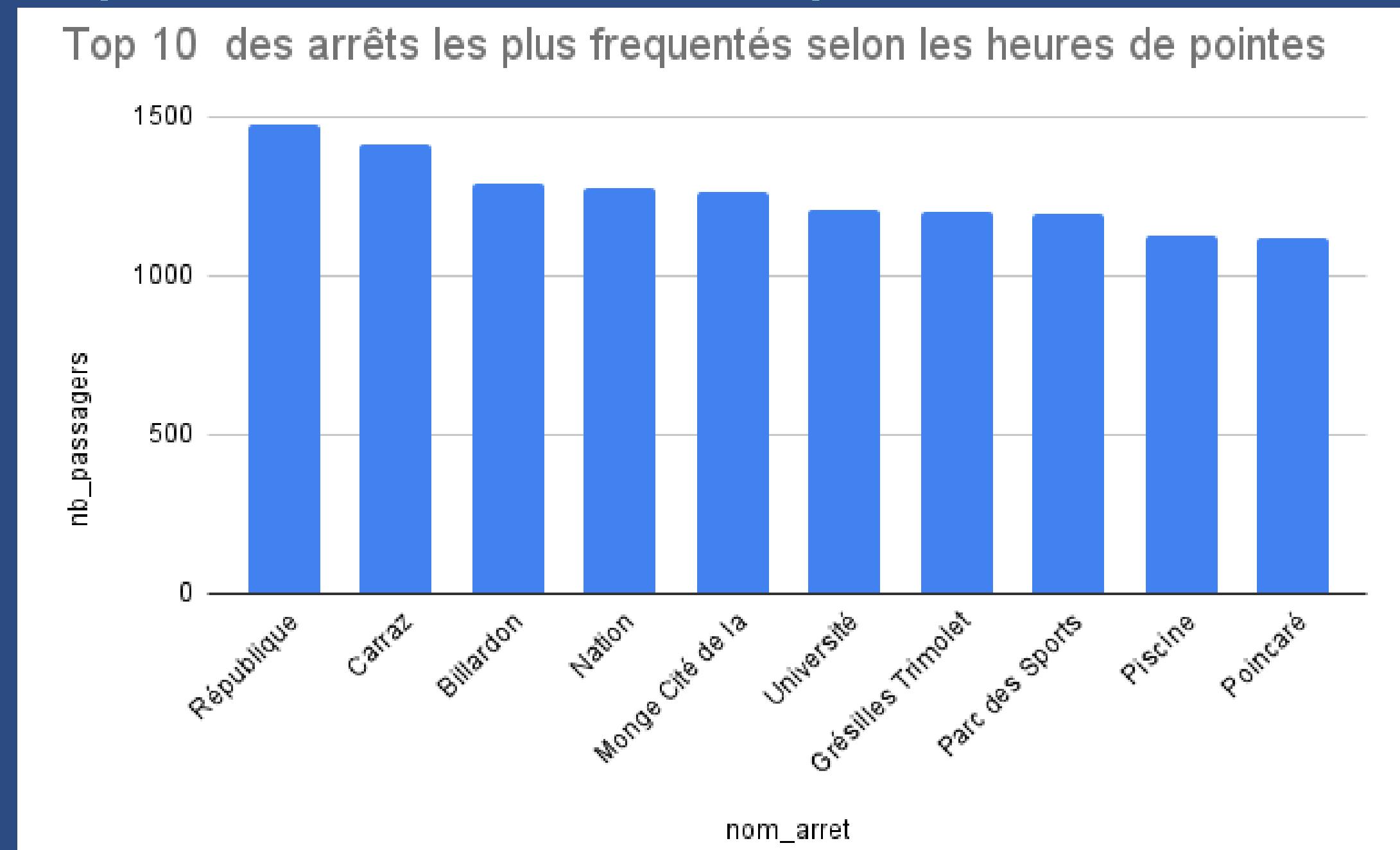
Arrêts les plus fréquentés durant les heures de pointe

Pour améliorer le service, il ne faut pas forcément changer les horaires,
mais plutôt fluidifier la montée des passagers aux arrêts clés pendant les heures critiques.

```
SELECT
    a.nom_arret,
    COUNT(*) AS nb_passagers
FROM VALIDATIONS v
JOIN TRAJET_ARRETS ta ON ta.id_trajet_arret = v.trajet_arret_id
JOIN ARRETS a ON a.id_arret = ta.arret_id
WHERE CAST(strftime('%H', v.date_validation) AS INT) BETWEEN 7 AND 9
    OR CAST(strftime('%H', v.date_validation) AS INT) BETWEEN 17 AND 19
GROUP BY a.nom_arret
ORDER BY nb_passagers DESC
```

Périodes de forte affluence

Arrêts les plus fréquentés durant les heures de pointe



Conclusion

Constats

- Planification solide : 100% de ponctualité au départ.
- Saturation physique : Retards concentrés sur les pics (8h/17h).
- Points critiques : République, Université, Monge

Conclusion

Constats

- Planification solide : 100% de ponctualité au départ.
- Saturation physique : Retards concentrés sur les pics (8h/17h).
- Points critiques : République, Université, Monge

Les Solutions

- Renforts ciblés : Injecter des bus uniquement sur les créneaux saturés.



MERCI POUR VOTRE
ECOUTE



