

NOTE MÉTHODOLOGIQUE

Modélisation des flux de trafic
Site Schneider Electric, Rue Ampère, Mâcon

Hypothèses, sources de données et méthodes de calcul

Mars 2026



Sommaire

1. OBJET ET PÉRIMÈTRE DE L'ANALYSE.....	3
1.1 Contexte.....	3
1.2 Flux modélisés.....	3
2. DONNÉES D'ENTRÉE.....	4
2.1 Données salariés.....	4
2.2 Données poids lourds.....	4
2.3 Trajets domicile-site.....	4
3. SCÉNARIOS D'ORGANISATION DU TRAVAIL.....	5
3.1 Scénario 1×8.....	5
3.2 Scénario 2×8 Paire.....	5
3.3 Scénario 2×8 Impaire.....	6
4. MODÉLISATION DES FLUX.....	7
4.1 Flux salariés - construction des trajectoires animées.....	7
4.2 Flux poids lourds - lissage horaire.....	7
4.3 Analyse des passages aux points de mesure.....	9
4.4 Calcul de la présence sur site.....	9
4.5 Simulation des quais.....	9
5. COMPARAISON GÉOGRAPHIQUE ANCIEN / NOUVEAU SITE.....	10
5.1 Méthode.....	10
5.2 Coordonnées de référence.....	10
6. LIMITES GÉNÉRALES ET PRÉCAUTIONS D'INTERPRÉTATION.....	11
Annexes :.....	12

1. OBJET ET PÉRIMÈTRE DE L'ANALYSE

La présente note décrit les hypothèses, les sources de données et les méthodes utilisées pour modéliser les flux de trafic générés par le site Schneider Electric Rue Ampère à Mâcon. Elle accompagne le rapport de résultats auquel elle sert de référence méthodologique.

1.1 Contexte

Schneider Electric déménage son site du Boulevard de la Résistance vers la Rue Ampère à Mâcon, à environ 1,5 km à l'ouest. La modélisation vise à anticiper les impacts de ce déménagement sur la circulation locale, en analysant les flux générés par les salariés et les poids lourds dans différents scénarios d'organisation du travail.

1.2 Flux modélisés

Flux salariés : déplacements domicile-site aller et retour pour 677 salariés (527 existants + 150 supplémentaires).

Flux poids lourds : 41 mouvements de livraison par jour (semi-remorques, express, navettes), distribués sur des plages horaires définies.

Comparaison géographique ancien/nouveau site : estimation des changements d'axe d'accès induits par le déménagement.

2. DONNÉES D'ENTRÉE

2.1 Données salariés

Source : fichier RH fourni par Schneider Electric, contenant pour chaque salarié : adresse de domicile géocodée, équipe (journée, grosse équipe, petite équipe), et horaires de prise et fin de poste.

Catégories d'horaires : trois catégories sont distinguées - journée (7h30–17h00), grosse équipe et petite équipe, dont l'affectation aux plages horaires varie selon le scénario modélisé (voir section 3).

2.2 Données poids lourds

Source : volumes fournis directement par Schneider Electric : nombre de poids lourds par type de flux et par jour. Aucune donnée horaire détaillée n'a été fournie pour les PL : la répartition dans la journée est une hypothèse de modélisation (voir section 4.2 et annexe 1).

2.3 Trajets domicile–site

Calcul des itinéraires : les trajets sont calculés via des API de routage. Pour chaque salarié, l'itinéraire routier réel entre le domicile et le nouveau site Rue Ampère est calculé, incluant la durée et la géométrie complète du trajet (séquence de coordonnées). Parmi les 527 salariés existants modélisés, 127 sont des intérimaires dont l'adresse précise n'a pas été communiquée dans le fichier RH. Pour ces salariés, le trajet a été calculé depuis le centre-bourg ou la mairie de leur ville de résidence (information qui, elle, était bien disponible). Cette approximation introduit une légère imprécision sur le point de départ exact de leurs trajets, sans impact significatif sur les volumes de trafic agrégés aux points de mesure.

Sens de déplacement : deux trajets sont calculés par salarié - aller (domicile → site) et retour (site → domicile). Les heures de départ domicile sont déduites des horaires d'arrivée sur site, en soustrayant la durée de trajet calculée.

3. SCÉNARIOS D'ORGANISATION DU TRAVAIL

Trois scénarios sont modélisés, correspondant à des organisations du temps de travail différentes. Tous portent sur la même population de 677 salariés.

3.1 Scénario 1×8

Ensemble du personnel sur un seul poste de journée. Les salariés initialement en grosse et petite équipe sont regroupés en « moyenne équipe » avec des horaires alignés sur la journée :

Catégorie	Effectif	Arrivée sur site	Départ du site
Journée	360	07h30 (±décalage)	17h00 (±décalage)
Moyenne équipe	317	07h30	15h30

Décalage journée : pour les salariés appartenant à la catégorie « journée », un décalage individuel aléatoire est appliqué à l'heure d'arrivée, et par conséquent à l'heure de départ. La graine du générateur aléatoire est fixée à l'identifiant du salarié afin de garantir la reproductibilité des résultats. Ce mécanisme permet de reproduire l'étalement naturel des arrivées observé sur un site fonctionnant en horaires de journée. Il est rendu possible grâce à la flexibilité des horaires mise en place par Schneider, qui autorise des arrivées entre 7h30 et 8h30 et des départs entre 16h10 et 17h00 pour cette catégorie de salariés. Ce décalage n'a été appliqué qu'aux salariés en journée dont les horaires indiqués dans le fichier étaient 7h30-17h00. Certains salariés disposaient d'horaires différents dans le fichier ; dans ces cas, leurs horaires ont été conservés tels quels, sans modification.

3.2 Scénario 2×8 Paire

Le personnel est réparti en deux équipes de 8 heures se succédant. La grosse équipe occupe la plage matinale, la petite équipe la plage après-midi :

Catégorie	Effectif	Arrivée sur site	Départ du site
Journée	360	07h30 (±décalage)	17h00 (±décalage)
Grosse équipe	211	05h00	13h00
Petite équipe	106	13h00	21h00

3.3 Scénario 2×8 Impaire

Structure symétrique au scénario Paire : la grosse équipe occupe la plage après-midi, la petite équipe la plage matinale :

Catégorie	Effectif	Arrivée sur site	Départ du site
Journée	360	07h30 (±décalage)	17h00 (±décalage)
Grosse équipe	211	13h00	21h00
Petite équipe	106	05h00	13h00

La distinction Paire/Impaire correspond à une notion de semaines alternées (semaine paire vs semaine impaire du calendrier) dans laquelle les équipes permutent. L'analyse porte sur un jour type de chaque configuration.

4. MODÉLISATION DES FLUX

4.1 Flux salariés – construction des trajectoires animées

Trajectoire spatiale : la géométrie des trajets (séquence de coordonnées GPS) est interpolée linéairement dans le temps pour produire un mouvement continu. Chaque véhicule est ainsi positionné à chaque instant entre son départ domicile et son arrivée sur site.

Trajet retour : l'itinéraire retour est calculé séparément (site → domicile), en partant de l'heure de fin de poste définie par le scénario. La durée retour peut différer de la durée aller (selon les conditions de circulation simulées par la variation aléatoire).

150 nouveaux salariés : ces salariés supplémentaires sont intégrés afin de prendre en compte les recrutements prévus par Schneider à la suite du déménagement du site. La répartition par équipe et par régime horaire a été établie sur la base des projections fournies par Schneider. Ainsi, 38 salariés (25 %) sont affectés en horaire de journée (07h30–17h00 avec décalage individuel), 75 salariés (50 %) en « grosse équipe » correspondant aux deux tiers de l'effectif en régime posté, et 37 salariés (25 %) en « petite équipe » correspondant au tiers restant. Les origines domicile de ces nouveaux salariés sont tirées aléatoirement dans le pool des salariés existants. Les trajets géographiques sont ainsi supposés identiques à ceux des salariés existants correspondants, seuls les horaires étant définis selon la répartition d'équipes projetée.

4.2 Flux poids lourds – lissage horaire

En l'absence de données horaires détaillées fournies par l'exploitant, la modélisation retient l'hypothèse d'un scénario idéal entièrement lissé : les arrivées et départs de chaque type de poids lourd (PL) sont distribués uniformément sur leur plage horaire d'exploitation.

Ainsi, les flux de livraison sont répartis de manière homogène sur la plage de 05h00–21h00, ce qui correspond à 24 semi-remorques et 11 véhicules express par jour. Les 6 mouvements aller retour de la navette sont répartis sur la plage de 06h00–11h00.

Ce scénario de lissage constitue une hypothèse favorable : en réalité, des regroupements de livraisons peuvent générer des pics plus intenses sur certaines tranches horaires. Les résultats sur l'occupation des quais et les flux PL doivent donc être interprétés comme une borne basse de la concentration.

Origine et répartition géographique des flux :

Pour les flux de livraison, l'hypothèse retenue est que :

- 90 % des semi-remorques accèdent au site via le réseau autoroutier, avec une répartition indicative des origines entre l'axe Lyon et l'axe Chalon-sur-Saône ;
- les 10 % restants sont supposés provenir de l'axe N79 (secteur Charolles) ;
- pour les véhicules express, 80 % des flux sont supposés provenir de l'autoroute (également répartis entre les axes Lyon et Chalon-sur-Saône) et 20 % de l'axe N79.

Ces proportions constituent des hypothèses de modélisation visant à représenter l'organisation logistique typique observée sur ce type de site.

Contraintes de circulation poids lourds : Les itinéraires PL ont été définis en tenant compte des contraintes locales de circulation. En particulier, les poids lourds ne peuvent pas emprunter le carrefour de la Résidence, dont l'accès est limité aux véhicules légers dans le secteur concerné de Mâcon.

Les itinéraires utilisés dans la simulation ont donc été sélectionnés à partir de solutions de routage adaptées aux poids lourds, via une API de routage permettant de prendre en compte les restrictions de circulation applicables aux véhicules industriels. Ces contraintes ne sont pas appliquées aux véhicules de livraison "express", pour lesquels une API de routage classique a été utilisée.

Autres flux :

Deux autres types de flux sont modélisés :

Navette interne (Groupe Alainé) : navette entre le site Rue Ampère et la plateforme Logistique Alainé, opérée entre 06h00 et 11h00.

Semi-remorques d'expédition longue distance : deux départs quotidiens sont modélisés entre 05h00 et 21h00, l'un vers Lyon et l'autre vers Chalon-sur-Saône. Ces trajets sont considérés sans retour vers le site dans la journée.

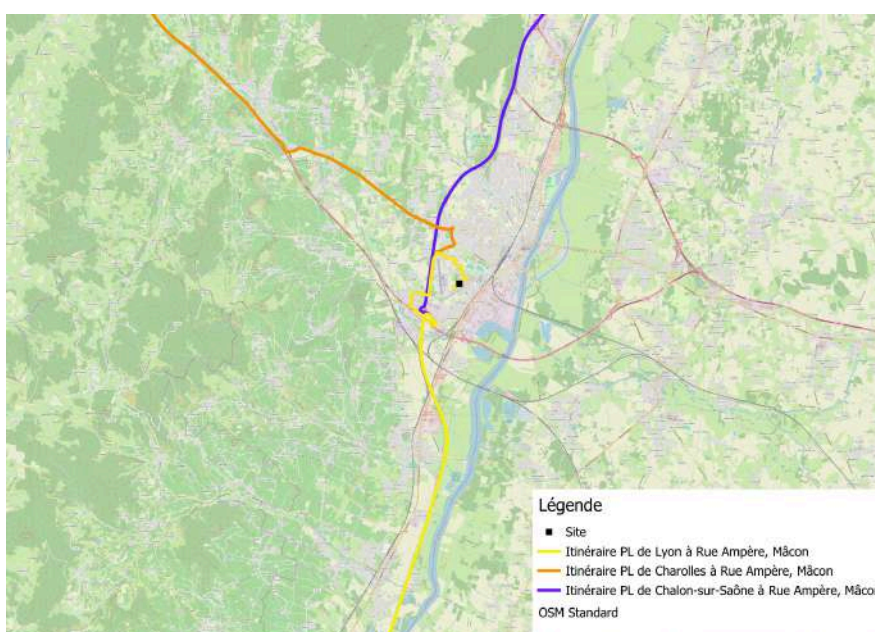
Durée de déchargement :

Une durée hypothétique d'immobilisation sur quai est appliquée par type de véhicule :

- semi-remorque : 50 minutes
- véhicule express : 30 minutes

Le départ du site intervient à l'issue de cette durée.

Une cartographie des itinéraires PL retenus est présentée ci-après afin d'illustrer les accès principaux au site dans le cadre de la modélisation.



4.3 Analyse des passages aux points de mesure

Principe : pour chaque salarié et chaque PL, on détecte si sa trajectoire GPS passe sur un point de mesure défini. Si oui, le premier point de la trajectoire entrant passant sur ce point est compté comme un passage. Un véhicule ne peut être compté qu'une seule fois par point de mesure et par sens (aller ou retour).

Points de mesure retenus : quatre giratoires et carrefours ont été sélectionnés comme nœuds structurants du réseau d'accès au nouveau site : Carrefour de la Résidence, Rond-point du Caron, Rond-point Rue Jean Mermoz, Rond-point sortie autoroute A6.

Agrégation : les passages sont comptabilisés par tranche de 15 minutes, séparément pour les sens aller et retour.

4.4 Calcul de la présence sur site

La présence instantanée sur site est calculée en comptabilisant, à chaque tranche de 15 minutes, le nombre de véhicules dont l'heure d'arrivée est passée et l'heure de départ n'est pas encore atteinte. Ce calcul est effectué séparément pour les salariés et les PL, puis agrégé.

4.5 Simulation des quais

Un modèle d'allocation de quais est appliqué aux PL de livraison. Chaque PL entrant se voit attribuer un quai disponible parmi les quais de réception. Si tous les quais sont occupés à son arrivée, le PL est placé en file d'attente jusqu'à la libération d'un quai. La capacité simultanée retenue est de 3 quais sur 4 disponibles pour la réception, et 2 quais sur 4 pour l'expédition. Les résultats montrent qu'aucune file d'attente n'est générée dans le scénario de lissage retenu.

5. COMPARAISON GÉOGRAPHIQUE ANCIEN / NOUVEAU SITE

Cette analyse est distincte de la modélisation des flux salariés sur le nouveau site. Elle vise à estimer les changements d'axe d'accès induits par le déménagement, sur la base d'une comparaison des trajets avant / après déménagement.

5.1 Méthode

Trajets avant déménagement : pour chacun des 527 salariés existants, la distance entre le domicile et l'ancien site (Bd de la Résistance) d'une part, et le nouveau site (Rue Ampère) d'autre part, est calculée à partir des itinéraires réels obtenus via des API de routage. Cette approche permet de prendre en compte les contraintes du réseau routier et les chemins effectivement empruntables. Les résultats offrent ainsi une estimation plus représentative des distances et des axes susceptibles d'être utilisés par les salariés après le déménagement.

Groupement géographique : les salariés sont classés en trois groupes selon leur longitude de domicile, utilisée comme proxy de l'axe d'accès : groupe RN6/Est (longitude > 4.815), groupe A6/Ouest (longitude < 4.790), zone intermédiaire (entre les deux). Ces seuils ont été fixés de façon à séparer les bassins géographiques cohérents avec les axes routiers de Mâcon.

Delta distance : la variation de distance (delta = distance nouveau site - distance ancien site) est calculée pour chaque salarié. Un delta positif indique un trajet allongé, un delta négatif un trajet raccourci. Les salariés sont ensuite classés en trois catégories : plus loins (delta > +0,5 km), plus proches (delta < -0,5 km), neutres (±0,5 km).

5.2 Coordonnées de référence

Site	Latitude	Longitude	Adresse
Ancien site (Bd Résistance)	46.2934	4.8230	Bd de la Résistance, Mâcon
Nouveau site (Rue Ampère)	46.2934	4.8041	Rue Ampère, Mâcon

6. LIMITES GÉNÉRALES ET PRÉCAUTIONS D'INTERPRÉTATION

Modélisation d'un jour type : l'analyse porte sur une journée ouvrée type, sans prise en compte des variations saisonnières, des absences, des jours fériés ou des périodes de congés.

Lissage des poids lourds : la répartition uniforme des PL sur leurs plages horaires constitue une hypothèse favorable. En réalité, des regroupements de livraisons ou des retards peuvent créer des pics de présence simultanée non représentés dans la modélisation.

Population simulée : les 150 salariés supplémentaires sont simulés à partir du pool existant. Leur répartition géographique réelle pourrait différer si ces salariés proviennent de bassins de résidence différents.

Décalage horaire journée : le mécanisme de décalage aléatoire pour les salariés en journée est basé sur une graine fixée par identifiant salarié. Il est reproductible d'une exécution à l'autre, mais ne reflète pas nécessairement la dispersion réelle observée sur site.

Taux de présence : la modélisation suppose une présence simultanée de 100 % des effectifs sur site. En réalité, les absences, le télétravail et les congés réduisent mécaniquement la présence instantanée. Les pics modélisés constituent donc une borne haute conservative. À titre indicatif, un taux de présence de 85 %, ramènerait le pic d'arrivée du scénario 1x8 de 469 à environ 400 véhicules.

Annexes :

Annexe 1 : Tableau de la répartition des flux de poids lourds :

Heure	semi_livraison	express_livraison	navette	semi_expedition
5	1	1	0	0
6	1	1	1	0
7	1	1	1	1
8	2	0	1	0
9	2	1	1	0
10	2	1	1	0
11	1	1	1	0
12	1	1	0	0
13	2	1	0	0
14	2	1	0	0
15	2	1	0	0
16	2	1	0	0
17	1	0	0	1
18	1	0	0	0
19	1	0	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0