

DU CAPTEUR JUSQU'AU CLOUD

Application dans le domaine de la logistique internationale

6h TD – 16h TP – 10h autonomie

ENSIBS 5^e année

UE de parcours : Optimisation, IA, capteurs et cloud

MISE EN ŒUVRE & APPLICATION DES NOTIONS DU GENIE INDUSTRIEL 4.0 :
OUTILS NUMERIQUES & INFORMATIQUES, GESTION DE PROJET,
MANAGEMENT AGILE, STRATEGIE & GESTION D'EQUIPE

OBJECTIF DE LA MATIERE

Cette matière a pour objectifs de vous faire :

1. Manipuler plusieurs sources de données ; *Serveurs, BDD, Fichiers, ...*
2. Travailler sur l'interopérabilité des systèmes et la collaboration entre équipes
3. Gérer un projet de *la donnée à l'audit*

Note : Ce projet se fera sur des Machines Virtuelles. Suivez les instructions de votre enseignant pour vous y connecter. Vous ne pourrez pas réaliser l'entièreté de ce projet sur votre machine (il vous sera nécessaire d'accéder à des bases de données, des serveurs ou des ressources uniquement disponibles dans l'architecture numérique de l'ENSIBS).

Evaluation :

Veuillez-vous référer à la partie *MODALITES D'EVALUATION DE LA MATIERE* de ce document pour prendre connaissance des modalités d'évaluation.

CONTEXTE GENERAL

I. Contexte pédagogique

L'objectif premier de cette matière est de faire le lien entre de nombreuses matières du Génie Industriel ; notamment par l'application du 4.0 comme liant pour manipuler et transformer des flux d'informations depuis des sources de données brutes jusqu'à leurs visualisations et exploitations ; à la fois pour l'Opérationnel mais également pour la Stratégie.

Dans cette matière, les étudiants seront divisés en plusieurs groupes qui auront la nécessité de collaborer. L'organisation et la communication entre ces groupes seront des éléments primordiaux pour la réussite de cette matière.

Le contexte de l'exercice de cette matière portera sur la gestion et l'optimisation de la logistique pour une entreprise internationale (gestion d'une flotte de camion, gestion des stocks, commerce maritime, fluctuation des prix ...).

II. Contexte du projet

La logistique dite moderne est dorénavant comprise et acceptée par la communauté (scientifique et industrielle) comme une fonction de planification, d'exécution et de contrôle des flux et des stocks de l'Entreprise. La logistique s'appuie désormais sur la mise en œuvre de systèmes d'information de plus en plus sophistiqués (ERP, TMS, WMS, WCS, etc.) dont l'interconnexion est – et sera – la clef de la performance. Dans ce projet, cette complexification du système d'information sera matérialisée par une diversité des sources d'informations (Base de données, serveurs, API web, fichiers ...) qui nécessiteront alors – pour permettre l'interopérabilité – de clarifier et d'établir la standardisation des échanges d'informations.

Le projet porte sur des *demandes de transport* de marchandises émises par la société *Garden Food* pour lesquelles des prestataires de transport routier (dont la société *EURO-TransFRET*) répondent et opèrent le transport de marchandises.

L'anticipation des besoins et l'utilisation optimale des ressources (au coût le moins élevé) des réseaux et moyens de distribution seront l'une des clefs de la performance pour les différentes sociétés.



Fig. Schématisation d'une demande de transport

RESUME DU PROJET

Dans ce projet, les étudiants seront répartis en plusieurs groupes. Cette répartition permettra aux étudiants d'être les représentants et les garants des différentes sociétés présentes dans ce projet (*Garden Food* et *Euro-TransFRET*).

Pendant le projet, l'ERP (Enterprise Resource Planning) de la société *Garden Food* émettra des bons de transport – des *demandes de transport* – qui correspondront concrètement à des demandes d'approvisionnement en matières premières ou à des demandes de mouvement de stocks de produits finis (par exemple : depuis une unité de production vers un point de vente).

Quant à elle, la société de transport routier *Euro-TransFRET* recevra les *demandes de transport* et elle devra alors les valider et les acquitter. Ces actions – d'ordre numérique – sont en amont du transport « réel » de marchandises. Le contexte technique du projet porte, par conséquent, sur la mise en place d'un outil de type TMS (Transport Management System) entre les deux sociétés, qui permettra ainsi d'en automatiser les échanges d'informations.

Parmi le contexte général du projet, il est à noter que la société *Garden Food* souhaite renégocier son contrat avec la société *Euro-TransFRET*. Par conséquent, le travail de ce projet peut être résumé comme tel :

- Les étudiants représentant la société *Garden Food*, devront mener la renégociation du contrat avec les structures de la société *Euro-TransFRET* et devront s'assurer que les performances attendues soient atteintes au terme d'un audit.
- Les étudiants représentant la société *Euro-TransFRET* devront valider la faisabilité ainsi que la rentabilité des *demandes de transport* qu'ils assureront.

Afin d'atteindre leurs différents objectifs, les groupes d'étudiants devront développer des algorithmes informatiques (majoritairement en *python*) pour – par exemple – auditer et évaluer automatiquement les trajets planifiés, calculer les pertes ou gains des sociétés ou encore pour optimiser le chargement des camions et les trajets.

Sur le plan technique, les étudiants devront récupérer et compiler de nombreux flux d'informations provenant de sources diverses ; *bases de données, Web, fichiers, serveurs* ... Il sera indispensable d'automatiser ces flux et leurs analyses car le nombre de *demandes de transport* devrait dépasser les 2500 demandes par heure.

L'évaluation de la matière portera à la fois sur le plan technique – les outils développés (évalués par votre enseignant) – ainsi que sur les performances atteintes – évaluées lors de l'audit (par les étudiants en charge de l'audit).

Ce document décrit à la fois le cadre pédagogique du projet et ses jalons ; les interactions entre les différents acteurs et les entités ; les flux d'informations et leurs structures ; ainsi que les besoins et les contraintes liées à la validation et l'acquittement des *demandes de transport*.

Table des matières

OBJECTIF DE LA MATIERE	1
CONTEXTE GENERAL	2
I. Contexte pédagogique.....	2
II. Contexte du projet.....	2
RESUME DU PROJET.....	3
DECOUPAGE PEDAGOGIQUE DE LA MATIERE.....	5
OUTILS DU PROJET.....	5
LES DIFFERENTES SOCIETES	6
I. Garden Food.....	6
II. EURO-TransFRET	6
III. Sociétés de transport routier concurrentes.....	6
IV. Synthèse des interactions entre les sociétés	6
DESCRIPTION DU PROJET	7
I. La segmentation en groupes de travail – <i>Groupes Contrôle & Logistique</i>	7
II. Les différentes entités – <i>Unités de production, GMS, Ports, Camions</i>	8
III. Les demandes de transport – <i>Description, Structure & Exemples</i>	10
IV. Caractérisation des échanges d'informations – <i>ERP, Base de données, Fichiers</i>	12
V. Synthèse des interactions et des échanges entre les entités.....	18
DESCRIPTION GENERALE DU TRAVAIL A REALISER.....	19
I. La phase préliminaire – <i>Informations, demandes ou contraintes générales</i>	19
II. Les Jalons.....	20
III. Le travail commun	22
IV. Groupe Contrôle	23
V. Groupes Logistique	23
VI. Synthèse du travail à réaliser	24
MODALITES D'EVALUATION DE LA MATIERE.....	25
POUR BIEN DEBUTER	25
ANNEXES	26

DECOUPAGE PEDAGOGIQUE DE LA MATIERE

Cette matière est une synthèse d'un ensemble de notions et compétences abordées durant votre cursus *Génie Industriel 4.0*. Elle traite à la fois de notions très techniques (*web, client/serveur, IHM, optimisation des flux*), de gestion d'équipes (*collaboration, RACI, communication, organisation*), de management de projet (*planification, décomposition en tâches, suivi des KPI, priorisation*) et de communication entre entités industrielles (*contractualisation, suivi de performance, stratégie, audits*).

La matière a un volume de 32h réparties en heures de *TD*, de *TP* et en *autonomie*. Les heures de *TD* seront davantage centrées sur les aspects administratifs du projet (*cahier des charges, contractualisation, audits*) tandis que les heures de *TD* et d'autonomie seront pour l'avancement technique et l'exécution des tâches.

Vous trouverez ci-dessous un découpage des différentes heures du projet et des **Jalons** attendus.

	Jalon 1			Jalon 2			Jalon 3		
Type	TD	TP	TP	TD+Auto	TP	TP	Auto	Auto	TD
Volume	2h	4h	4h	2h+2h	4h	4h	4h	4h	2h

L'objectif du **Jalon 1** sera de créer les équipes (voir la partie A. La formation des groupes) et de déterminer le plan d'action et les tâches à réaliser. Le **Jalon 2** aura pour objectif d'établir une contractualisation entre l'équipe *Contrôle* et les équipes *Logistique* (voir la partie B. La contractualisation). Le **Jalon 3** devra permettre à l'équipe *Contrôle* d'auditer les équipes *Logistique* selon la contractualisation établie lors du Jalon 2. Ces audits contribueront à l'évaluation de cette matière (voir la partie C. Les audits).

OUTILS DU PROJET

Pour mener à bien ce projet de nombreux éléments techniques vous seront mis à disposition. En effet, pédagogiquement parlant, les difficultés n'ont pas vocation à être portées sur la programmation ou les développements techniques, mais davantage sur la coordination ; entre équipes et sur les flux de données.

En termes de technologies, le projet sera à réaliser sur des Machines Virtuelles (VM) accessibles depuis le serveur de virtualisation de l'ENSIBS. Une fois connectés, vous y retrouverez un ensemble de flux d'informations et de données stockées (notamment via des *serveurs UDP* et des bases de données).

Les différentes équipes auront des développements différents à réaliser. Par conséquent, elles n'auront pas accès aux mêmes informations ou aux mêmes technologies. Par exemple, certaines équipes pourront développer des pseudo serveurs web et travailler autour de langages tels que le *HTML* ou le *JavaScript* ; tandis que d'autres équipes pourront mettre en œuvre des *API Web* ou encore développer des accès automatisés à des fichiers *csv* et *json*.

Toutefois, le langage informatique principal du projet sera le langage *python* (dans une version ultérieure à *python3.10*).

Mots-clefs : *python, Client/serveur UDP, SQL, HTML, JavaScript, API web, JSON et CSV*

LES DIFFERENTES SOCIETES

Pour ce projet, différentes sociétés vont interagir, s'échanger des informations ou encore partager des objectifs communs. Cette partie présente les différentes sociétés présentent dans ce projet.

I. Garden Food



Garden Food est une multinationale agroalimentaire qui possède de multiples unités de production réparties dans toute l'Europe.

Garden Food distribue principalement ses produits dans des GMS (Grandes et Moyennes Surfaces) en Europe et à l'international (via le transport maritime). Il est possible de résumer la production de la société en deux grandes catégories ; la production de *produits frais* et la production de *produits secs*. Pour gérer ses approvisionnements et ses exportations, Garden Food a ouvert et connecté son ERP à ses prestataires de transport routier dont la société *EURO-TransFRET*.

II. EURO-TransFRET



EURO-TransFRET est une société européenne de transport routier de marchandises qui est divisée en plusieurs structures *EURO-TransFRET WEST-EU* et *EAST-EU*. Ces structures se partagent le transport de

marchandises selon leurs zones géographiques de rattachement. La société *EURO-TransFRET* répond exclusivement aux demandes de transport de la société *Garden Food*.

III. Sociétés de transport routier concurrentes

Afin de sécuriser ses approvisionnements et ses exports, la société *Garden Food* met en compétition des sociétés de transport routier. Ainsi, plusieurs sociétés de transport routier de marchandises sont en concurrence pour répondre aux demandes de transport. La société *EURO-TransFRET* est cependant le partenaire principal de *Garden Food* pour le transport de ses marchandises.

IV. Synthèse des interactions entre les sociétés

Le schéma ci-dessous synthétise les interactions entre les différentes sociétés du projet. Il présente notamment le flux – dont la hiérarchisation – des demandes de transport.

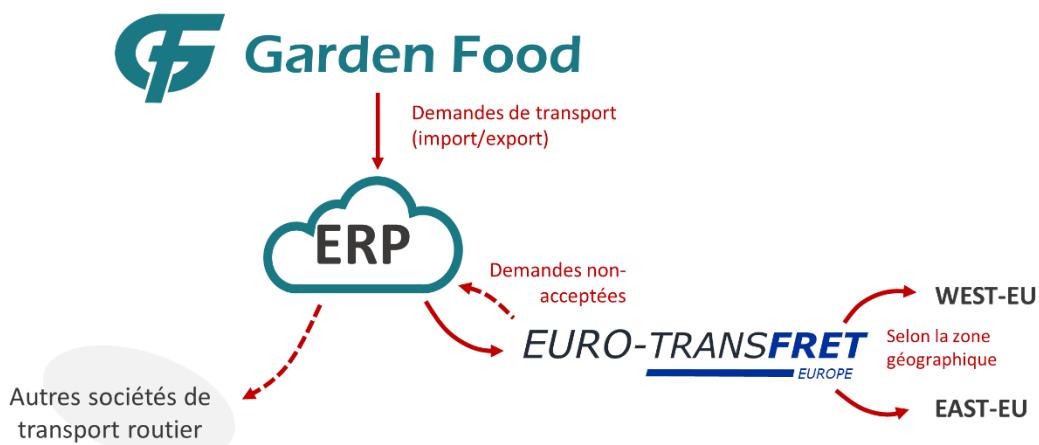


Fig. Schéma synthétisant les interactions entre les différentes sociétés

DESCRIPTION DU PROJET

La société *Garden Food* possède 6 unités de production réparties dans toute l'Europe (Brest, Florence, Bucarest, ...). Ces unités fournissent à la fois des GMS européennes mais exportent également leurs productions à l'international via le commerce maritime en livrant différents ports d'Europe (Marseille, Amsterdam, Athènes, ...). *Garden Food* fabrique des produits frais et des produits secs. Ces deux types de produits ont des réseaux de distribution différents car il est nécessaire d'effectuer une livraison en transport frigorifié pour les produits frais. Pour la gestion du transport de ses marchandises, *Garden Food* a connecté son ERP à ses prestataires routiers ; dont l'entreprise *EURO-TransFRET*.

Les différentes sociétés ont des besoins différents ; pour *Garden Food*, l'objectif est de maintenir sa productivité en important de la matière première (MP) dans ses unités de production et d'exporter ses produits finis (PF) dans ses différents points de vente (GMS ou ports). Pour *EURO-TransFRET*, l'objectif est d'optimiser ses flux et sa flotte de camions afin de soutenir sa rentabilité.

Pour mener à bien sa logistique d'import/export, *Garden Food* et *EURO-TransFRET* ont noué un partenariat qui fait d'*EURO-TransFRET* le partenaire principal de la logistique de *Garden Food*. Ainsi, les demandes de transport sont envoyées à la société de transport à travers l'ERP de *Garden Food*. Charge alors à *EURO-TransFRET* d'effectuer ou-non le transport demandé. Si *EURO-TransFRET* n'est pas en capacité d'effectuer le transport, des sociétés de transport concurrentes seront sollicitées. Cependant, si *EURO-TransFRET* ne satisfait pas les demandes et les objectifs de *Garden Food* – notamment en termes de nombre de demandes de transport réalisés – le partenariat entre les deux sociétés pourrait être remis en question.

C'est dans le cadre de l'annualisation de ce partenariat qu'une contractualisation – et les termes du contrat – entre *Garden Food* et les structures d'*EURO-TransFRET* devra être négociée.

Ainsi, ce projet sera segmenté en plusieurs équipes ; un groupe **Contrôle** et deux groupes **Logistique**.

I. La segmentation en groupes de travail – **Groupes Contrôle & Logistique**

- A. Le groupe **Contrôle** représentera – et sera garant – des intérêts de l'entreprise *Garden Food*. Son rôle est d'évaluer les prestataires de transport routier (les groupes **Logistique**). Le groupe **Contrôle** a ainsi pour objectif d'identifier et d'analyser les performances et les risques de perte de productivité de ses unités de production qui seraient liées à la logistique. Le groupe **Contrôle** aura accès aux données et aux indicateurs de production de l'ensemble des usines de *Garden Food*.
- B. Les groupes **Logistique** seront chacun représentant d'une structure de la société *EURO-TransFRET*. Chaque structure recouvre – et est responsable – d'une partie de l'Europe.

EURO-TRANSFRET
WEST-EU

La structure *EURO-TransFRET WEST-EU* est rattachée aux usines de Brest, Düsseldorf et Lyon.

EURO-TRANSFRET
EAST-EU

La structure *EURO-TransFRET EAST-EU* est rattachée aux usines de Bucarest, Florence et Munich.

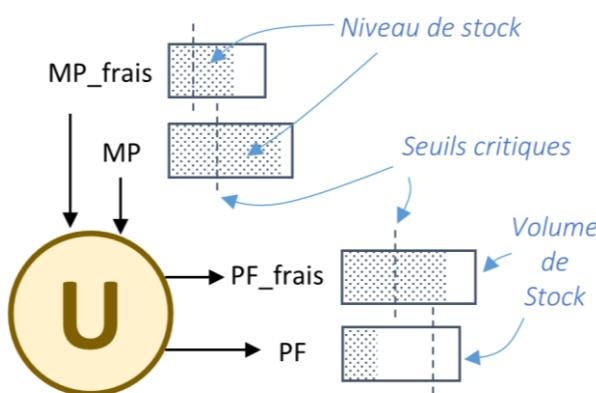
Dans le cadre de leur partenariat, la flotte de camions d'*EURO-TransFRET* est répartie – et stationne – dans les différentes usines de production de *Garden Food*.

Les différentes structures d'*EURO-TransFRET* font parties de la même société, elles ne sont pas en compétition. Par conséquent, une coordination est possible entre les structures d'*EURO-TransFRET*.

II. Les différentes entités – Unités de production, GMS, Ports, Camions

Pour ce projet plusieurs entités interagissent ; à la fois pour le flux de marchandises (Unités de production, Ports, GMS, Camions, ...) mais également pour le flux d'informations (ERP, Bases de données, Fichiers, ...). Vous retrouverez ci-après une description des caractéristiques principales ; dans un premier temps pour les entités interagissant avec le flux de marchandises puis dans un second temps ce sont les échanges d'informations qui seront caractérisés.

A. UNITES DE PRODUCTION



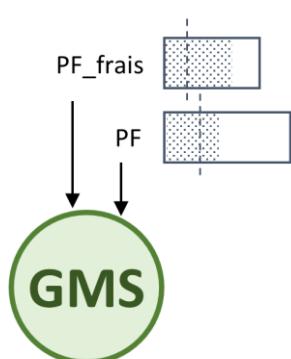
chacune des matières traitées (MP ou PF). Chaque usine a un taux de productivité et une consommation de matière première qui lui est également propre. Si les seuils critiques sont atteints, la productivité de l'usine est impactée. En effet, la production diminue puis s'arrête lorsque les stocks de produits finis sont pleins ou à l'inverse lorsque les seuils de matières premières sont trop bas ou vides. Le groupe *Contrôle* a la visibilité sur les niveaux de stocks des usines (MP/MP_frais et PF/PF_frais).

Une unité de production (ou usine – notée « U ») peut fabriquer des produits finis frais (PF_frais) et/ou des produits finis sec (PF). Il est également possible qu'une usine ne fabrique que l'un ou l'autre de ces deux produits finis. Les produits finis seront exportés vers des GMS ou des ports maritimes.

Les usines ont besoin de matières premières pour leurs fabrications. Celles-ci peuvent être sèche (MP) ou fraîche (MP_frais).

Les usines ont un volume de stock propre à

B. GMS

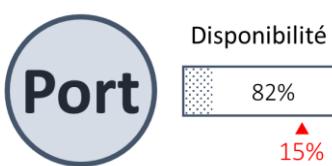


Les GMS (Grandes et Moyennes Surfaces) possèdent un stock d'intrants de PF et de PF_frais qui proviennent directement des unités de production de Garden Food.

Afin de compléter leurs stocks et pour achalander leurs rayonnages, les GMS établissent des *demandes de transport* de marchandises directement dans l'ERP de Garden Food. Si les seuils critiques sont atteints, les GMS alertent Garden Food (via le groupe *Contrôle*).

Pour Garden Food, la conséquence d'une rupture de stock en GMS est de n'avoir aucune rentrée d'argent.

C. PORTS



Les ports maritimes sont la plaque tournante de l'import-export des MP et des PF (« secs » et « frais ») pour les unités de production de Garden Food.

dans l'ERP de Garden Food et une *demande de transport* est émise afin de réapprovisionner une ou plusieurs unités de production.

Une partie des PF est exportée à l'international via les ports. Les ports ont cependant une capacité maximale. En dessous de 15% de disponibilité, aucun transport de marchandise entrante n'est possible.

D. CAMIONS



Les camions sont gérés par l'entreprise *EURO-TransFRET*. La flotte est constituée d'une multitude de types de camions dont les caractéristiques (type de motorisation, capacité de transport, ...) sont inhérentes à chaque véhicule. La flotte de camion est répartie entre les structures *WEST-EU* et *EAST-EU* de la société *EURO-TransFRET*.

Le transport de produits frais (*MP_frais* ou *PF_frais*) nécessitera l'utilisation d'un camion frigorifique. Le transport (au sein d'un même camion) de produits « secs » et « frais » n'est donc pas possible.

Les camions sont stationnés et répartis dans les usines de *Garden Food*. Chaque jour, les camions disponibles sont mis à jour.

Il est relativement courant que les demandes de transport spécifient un type particulier de camion ; par exemple un *44t électrique* ; ou faire le transport via un camion *rouge*. Plus généralement, les demandes de transport n'indiquent que la quantité de palettes à transporter. Par exemple : *3 palettes EPAL*.

E. Synthèse des différentes entités et sociétés

Les différentes entités – présentées ci-dessus – sont réparties en Europe. Les **unités de production** de *Garden Food* approvisionnent plusieurs **GMS** européennes ainsi que des **ports maritimes**. Ceux-ci servent pour l'export international mais réceptionnent également la matière première nécessaire à la production des usines. Les mouvements de marchandises entre ces différents lieux sont réalisés par des sociétés de transports routiers dont l'entreprise *EURO-TransFRET* qui possède une flotte de camions répartie entre ses structures *WEST-EU* et *EAST-EU*. Enfin, ce sont les **demandes de transport** qui indiquent quels sont les mouvements de marchandises à réaliser entre les différentes entités.



Fig. Carte présentant les différentes entités et leurs emplacements géographiques

III. Les demandes de transport – *Description, Structure & Exemples*

Les *demandes de transport* sont émises à l'initiative de *Garden Food* et sont publiées dans son ERP. Ce dernier diffuse alors la *demande de transport* aux différents prestataires de transport routier.

Les *demandes de transport* peuvent être issues de productions poussées ou tirées ; cela signifie que *Garden Food* a, à la fois, la nécessité d'écouler son stock, tout en devant être réactive sur les besoins de ses clients. La conséquence de ces choix fait que les *demandes de transport* arrivent au compte-goutte et concernent plutôt de petits volumes. Pour les prestataires routiers, cela signifie qu'ils devront mutualiser plusieurs commandes afin de remplir leurs camions.

Les *demandes de transport* peuvent concerter – pour *Garden Food* – des mouvements de marchandises en *import* et en *export*.

- Un *import* correspond à une demande de matières premières (*MP* ou *MP_frais*) depuis un port maritime à acheminer vers une unité de production.
- Un *export* correspond à un mouvement de produits finis (*PF* ou *PF_frais*) depuis une unité de production vers une GMS ou vers un port maritime.

Chaque demande de transport indique :

- L'heure de départ du transport. *Cette heure ne peut être aucunement dépassée.*
- Le type de palettes (EPAL, ISO, ...) et la quantité de palettes à transporter. *Selon leurs dimensions, les camions ont une quantité maximale de palettes transportables.*
- Le type de matière à transporter (*MP*, *MP_frais*, *PF*, *PF_frais*). *Les transports de matières « fraîches » nécessitent un camion réfrigéré.*
- Il est possible d'avoir une demande spécifique. Par exemple ; la nécessité d'avoir un transport *12t* ou encore d'effectuer le transport avec un véhicule à *énergie hydrogène de couleur jaune*.

Chaque demande de transport possède un identifiant unique. Celui-ci servira à la traçabilité et au suivi des transports. Lorsque les groupes *Logistique* valideront la possibilité d'un transport, ils devront alors se servir de ce numéro unique pour acquitter la demande.

Vous retrouverez ci-après un schéma synthétisant des **demandes de transport** entre entités (le schéma ne présente ici que le *type de matière* à transporter). Retrouvez également sur la page suivante quelques exemples de demandes de transport telles que réceptionnées dans l'ERP.

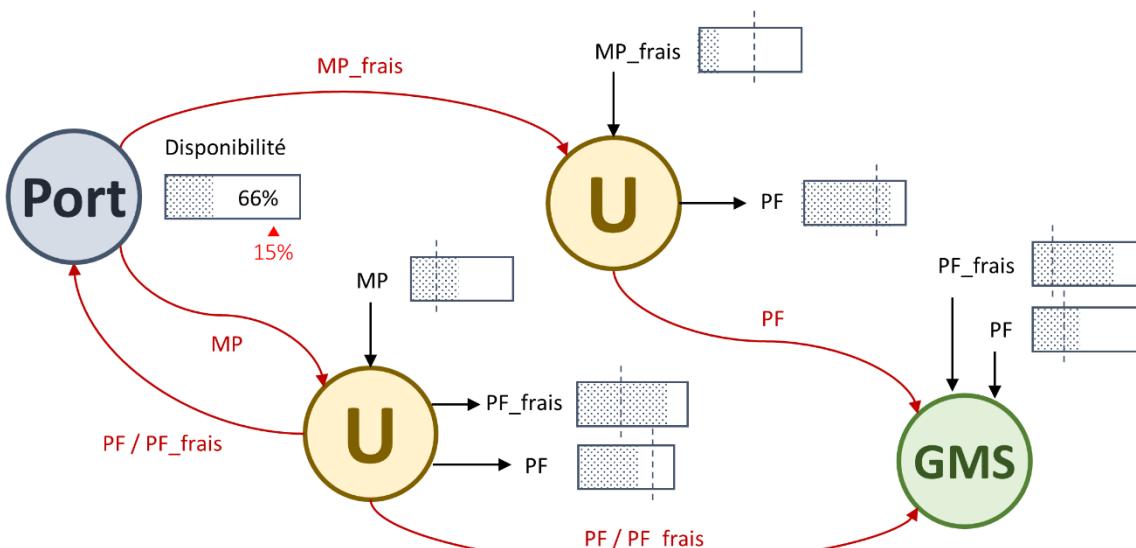


Fig. Schéma synthétisant des demandes de transport entre entités
(Exemples de mouvements de marchandises)

Lorsque l'ERP envoie les demandes de transport, celles-ci ont la structure suivante :

```
{
  numéro_unique en str: {
    "TYPE_MVT": str,
    "LOC_DEP": str,
    "LOC_ARR": str,
    "TYPE_DEP": str,
    "TYPE_ARR": str,
    "TYPE_MAT": str,
    "QTE_PAL": int,
    "TYPE_PAL": str,
    "H_DEP": date en str,
    "SPEC": str
  }, {autre_demande}, {}, ...
}
```

Le format général de la demande est dans un format de type **JSON**

- Le numéro unique correspond à l'identifiant de la demande de transport
- Le type de mouvement peut être : "Import" ou "Export"
- Nom de la ville de départ du transport. Exemple : "Munich"
- Nom de la ville d'arrivée du transport. Exemple : "Manchester"
- Type de l'entité située au départ du transport. Exemple : "USINE"
- Type de l'entité située à l'arrivée du transport. Exemple : "GMS"
- Type de marchandise. Exemple : "MP" ou "PF Frais"
- Quantité de palettes à transporter. Exemple : 7
- Type de palette à transporter. Peut être : "EPAL", "ISO" ou "EPALh"
- Date et heure de départ (maximale). Format "JJ/MM/AA hh:mm:ss"
- Spécificité(s) du transport. Exemple : "PTAC=12t" (*Puissent être multiples*)

Il est possible que plusieurs demandes de transport soient envoyées en même temps par le serveur

Note : pour les exemples ci-dessous, la couleur a été rajoutée pour une meilleure lisibilité.

A. Ce premier exemple présente une demande d'*export* de *PF Frais* depuis l'*usine* de *Florence* vers le *port* de *Marseille*. 3 palettes *EPAL* sont à transporter. Il n'y a pas de demande spécifique.

```
{"25G18U13UFLO2PMAR39E": {"TYPE_MVT": "Export", "LOC_DEP": "Florence", "LOC_ARR": "Marseille", "TYPE_DEP": "USINE", "TYPE_ARR": "PORT", "TYPE_MAT": "PF Frais", "QTE_PAL": 3, "TYPE_PAL": "EPAL", "H_DEP": "18/07/25 21:19:07", "SPEC": ""}}
```

B. L'exemple suivant présente une demande d'*import* de 4 palettes *ISO* de *MP* avec plusieurs demandes spécifiques. Il est notamment demandé un camion *vert à énergie électrique*.

```
{"25G18U13PLEH2ULY039I": {"TYPE_MVT": "Import", "LOC_DEP": "Le Havre", "LOC_ARR": "Lyon", "TYPE_DEP": "PORT", "TYPE_ARR": "USINE", "TYPE_MAT": "MP", "QTE_PAL": 4, "TYPE_PAL": "ISO", "H_DEP": "18/07/25 21:19:15", "SPEC": "ENR=Electric, COL=Green"}}
```

C. Ce dernier exemple présente un envoi multiple de demandes de transport par l'ERP. La première correspond à une demande de transport depuis une *usine* vers une *GMS*. La seconde depuis une *usine* vers un *port*. Il est à noter que cette dernière demande spécifie deux contraintes pour le transport ; la *taille* du camion ainsi que sa *couleur*.

```
{"25G18U51UDUS2GSEVO1E": {"TYPE_MVT": "Export", "LOC_DEP": "Dusseldorf", "LOC_ARR": "Seville", "TYPE_DEP": "USINE", "TYPE_ARR": "GMS", "TYPE_MAT": "PF Frais", "QTE_PAL": 2, "TYPE_PAL": "EPALh", "H_DEP": "18/07/25 21:56:00", "SPEC": ""}, "25G18U51UFLO2PVAL01E": {"TYPE_MVT": "Export", "LOC_DEP": "Florence", "LOC_ARR": "Valence", "TYPE_DEP": "USINE", "TYPE_ARR": "PORT", "TYPE_MAT": "PF", "QTE_PAL": 5, "TYPE_PAL": "ISO", "H_DEP": "18/07/25 21:55:36", "SPEC": "PTAC=12t, COL=Red"}}
```

Garden Food a connecté son ERP à ses prestataires de transports routiers. Il sera donc nécessaire – aux différents groupes *Contrôle* et *Logistique* – de récupérer les demandes de transport. Pour les traiter, il faudra également récupérer diverses informations (capacité des camions, temps de trajet, capacité des ports, ...). Ces différentes informations sont issues de sources de données diverses et variées (fichiers, base de données, web, serveur, ...). La partie suivante de ce document a alors pour objectif de présenter les échanges d'informations et leurs caractéristiques.

IV. Caractérisation des échanges d'informations – *ERP, Base de données, Fichiers*

Les deux précédentes parties ont présenté le flux d'information entre les entités. Cette partie présentera les échanges d'informations ; leurs caractéristiques ou encore leurs structures de données.

Avant d'exprimer en détail les échanges d'informations, il est important d'évoquer le postulat temporel adopté pour ce projet. En effet, pour mener à bien une politique de transport internationale et afin de simuler des trajets ou une production ; une temporalité réaliste et adaptée aux échanges de ce projet a été choisie. Ainsi : 1 minute durant la matière correspondra à 1h dans le projet.

Pour bien différencier ces deux types de temporalités – dans la suite de ce document – chaque temps sera mentionné avec la distinction [réel] ou [projet]. Ainsi :

1min [réelle] = 1h [projet]

ou encore ; 24min [réelles] = 1j [projet]

Cette partie commencera par la présentation technique de l'ERP. En s'y connectant, les différents groupes pourront recevoir les *demandes de transport* mais également les alertes sur les niveaux de stock (ces données ne seront accessibles qu'au groupe *Contrôle*). Les données sur les camions ou encore sur les trajets sont également présentées ci-dessous.

A. ERP – *Demandes de transport*



Les demandes de transport sont émises par *Garden Food* et sont communiquées aux prestataires de transports routiers via son ERP.

Les demandes de transport arrivent dans l'ERP, en moyenne, toutes les 3 à 5 secondes [réelles]. Il peut arriver que plusieurs demandes arrivent en même temps et à l'inverse que plusieurs secondes [réelles] s'écoulent avant qu'une demande n'arrive.

Les demandes de transport ont une durée de vie limitée (une DVL) ; une fois le temps écoulé, si *EURO-TransFRET* (c.à.d. les groupes *Logistique*) n'a pas acquitté la demande, ce sont alors des sociétés concurrentes de transports routiers qui réaliseront le transport. Le temps typique d'une DVL est de l'ordre de 3 à 6min [réelles]. Cette DVL correspond à *l'heure de départ du transport* (heure [réelle]) dans les *demandes de transport*. Plusieurs exemples de demandes de transport sont présentés dans la partie précédente *iii. Les demandes de transport*.

Techniquement, récupérer les demandes de transport nécessitera aux différents groupes de mettre en œuvre un *client UDP* en python. Ces demandes sont en effet émises en broadcast via un *serveur UDP* (l'*ERP* de *Garden Food*) depuis l'adresse IP 192.168.40.100:40040. Le programme python du client UDP est donné en tant que ressource du projet.

L'application d'un tel système (c.à.d. broadcast en client/serveur UDP) aura pour conséquence de n'avoir qu'un flux d'information *descendant*. Ainsi, plusieurs limites se dessinent :

- Une fois l'information publiée – du serveur vers le(s) client(s) – celle-ci n'est plus ré-envoyée. Par conséquent, un client non-connecté au moment de l'envoi de l'information par le serveur ne recevra jamais l'information. Il n'y a pas de mécanisme de *file d'attente*.
- Le serveur UDP ne stocke pas d'information ; charge au(x) client(s) de sauvegarder et de traiter les informations qui lui arrivent.

Pour ordre de grandeur : L'ERP devrait envoyer ~2500 demandes de transports/h [réelle] pour l'ensemble des unités de production. Ce qui correspond à ~400 demandes/usine/jour [projet]

B. ERP – Données de production et alertes



Le groupe *Contrôle* aura accès à certaines données complémentaires concernant les stocks et l'état de santé des usines de *Garden Food*.

En effet, le groupe étant garant des intérêts de l'entreprise, il aura notamment accès aux informations des différents volumes de stock, de l'état des usines ainsi que sa productivité. Le groupe sera également informé lorsque des seuils de stock seront dépassés – via des messages d'alerte. Ces messages concerteront à la fois les stocks des usines de l'entreprise mais également les stocks des GMS. Toutes

ces différentes informations seront communiquées via l'ERP de *Garden Food*.

Les informations concernant le volume des stocks seront mises à jour et communiquées toutes les heures [projet] via l'ERP. Les alertes sont par essence aléatoires car elles dépendent de l'évolution des flux de marchandises (consommation des stocks par les GMS & efficacité de l'import/export des transports routiers).

Techniquement, le groupe *Contrôle* pourra récupérer ces différentes informations (issues de l'ERP) via la mise en place d'un *client UDP* en python (*note ; les éléments de connexion au serveur UDP seront communiqués directement au groupe Contrôle après le démarrage du projet*).

La mise en œuvre d'un serveur UDP communiquant ses informations en broadcast implique d'avoir un flux d'information *descendant*. Les limites (identiques à la partie précédente) sont les suivantes :

- Une fois l'information publiée – du serveur vers le client – celle-ci n'est plus ré-envoyée. Ainsi, un client non-connecté au moment de l'envoi de l'information par le serveur ne recevra jamais l'information. Il n'y a pas de mécanisme de *file d'attente*.
- Le serveur UDP ne stockant pas d'information ; charge au(x) client(s) de sauvegarder et de traiter les informations qui lui arrivent.

Une information importante est toutefois à mentionner : le prestataire de service ayant mis en place la solution d'échange d'information de l'ERP (données de production & alertes) n'a pas fourni d'exemple ni de documentation technique sur le format des messages envoyés par le serveur.

C. Fichiers – Informations sur les camions – La « fiche camion »

La « fiche camion » est l'unique moyen de connaître les caractéristiques d'un camion de sa flotte. Chaque fiche contient plusieurs informations sur son camion dont ; la référence, le PTAC, le type d'énergie ou encore s'il est réfrigéré. Il y a autant de « fiches camion » que de camions disponibles.

Dans le cadre du partenariat noué entre *Garden Food* et *EURO-TransFRET*, les camions sont répartis et stationnent dans les usines de *Garden Food*. Chaque usine peut ainsi accueillir plus d'une soixantaine de camions. Il existe une information (présentée dans la section E) qui indique comment connaître les références de camions stationnant dans les usines. Ainsi, il pourrait – par exemple – y être indiqué que tous les camions ayant une référence entre 200 000 et 300 000 seraient stationnés dans l'usine de Florence.

Les « fiches camion » sont des fichiers texte qui peuvent être au format *JSON* ou *CSV*. Il est important de noter que les camions disponibles sont mis à jour tous les jours [réels]. Concrètement, cela signifie que de nouvelles « fiches camion » seront générées à chaque séance de la matière.

La modification des « fiches camion » n'est pas autorisée. Celles-ci ne sont accessibles qu'en lecture seule. Ci-dessous, un exemple de la structure d'une « fiche camion » au format JSON :

```
{
    "MARQUE": "Renault Trucks",
    "REFERENCE": "254716",
    "IMMAT": "5P-790-FT",
    "DATE MEC": "18/10/2024",
    "VIN": "KK26VAWHINEN",
    "CH": "39",
    "ENERGIE": "Diesel",
    "PTAC": "19t",
    "REMORQUE REFRIGEREE": "non",
    "COULEUR": "Blanc"
}
```

Tab. Exemple du contenu d'une « fiche camion » au format JSON

Les « fiches camion » sont disponibles sur les machines virtuelles (une ressource fournie – un programme python – vous permettra d'y accéder). Les fichiers sont nommés selon l'immatriculation du camion. Voici deux exemples de noms de fichiers : *YT-130-OF.json* ou encore *FN-021-87.csv*

D. Base de données – Table LOCATIONS_NAMES

Pour davantage de clarté dans les échanges d'informations – et notamment pour l'optimisation du stockage des informations en base de données – les noms des différentes localisations et lieux du projet sont stockés sous forme de *clefs primaires* dans la table *LOCATIONS_NAMES* située sur la base de données du projet *EU_ENS_DCJC*. Les données de cette table sont donc fixes, elles n'ont pas vocation à être mises à jour durant la période du projet.

Ainsi, la ville de *Brest* sera mentionnée – dans toutes les tables de la base de données du projet – par sa *clef* ; dans l'exemple ci-dessous, le numéro 4.

Toutes les correspondances *noms* <→ *clefs* des différents lieux du projet sont par conséquent indiqués dans la table *LOCATIONS_NAMES*. Il est important de noter que les noms des villes sont inscrits dans la langue de leur pays. Par exemple, la ville d'Athènes sera indiquée *Athens* dans la table ou encore *Bucharest* pour la ville de Bucarest. Les différents éléments présents dans la table ne comportent pas d'accent ; par exemple : *Düsseldorf* sera indiquée *Dusseldorf* dans la table.

Seules des requêtes de type *SELECT* sont autorisées sur cette table dont voici la structure :

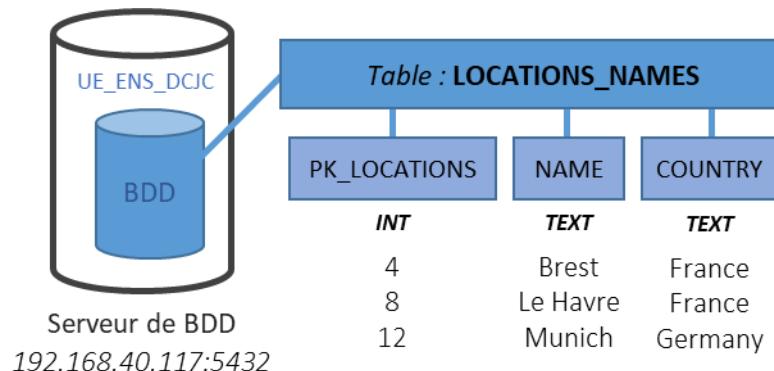


Fig. Structure de la table LOCATIONS_NAMES et exemples de données

Il est à noter que la clef primaire de cette table (*PK_LOCATIONS*) devient une clef secondaire dans les autres tables de la base de données. Elle y sera nommée *FK_LOCATIONS*.

E. Base de données – Table ASSIGNED_TRUCKS

Comme mentionné dans la partie *i. La segmentation en groupes de travail*, les camions stationnent et sont répartis dans les diverses usines de la société *Garden Food*. Les camions sont assignés à une usine en fonction de leur *référence* indiquée dans leur « fiche camion ».

La table *ASSIGNED_TRUCKS* permet alors de faire la correspondance entre la *référence* d'un camion et son *lieu* de rattachement. Les données de cette table n'ont pas vocation à changer.

Ainsi, via l'exemple ci-dessous, un camion ayant la référence *600000* serait initialement stationné dans l'usine de Munich (*FK 12*) – et plus globalement, tous les camions dont la référence serait située dans l'intervalle [*REF_L*, *REF_H*] de la clef secondaire *12*.

Seules des requêtes de type *SELECT* sont autorisées sur cette table dont voici la structure :

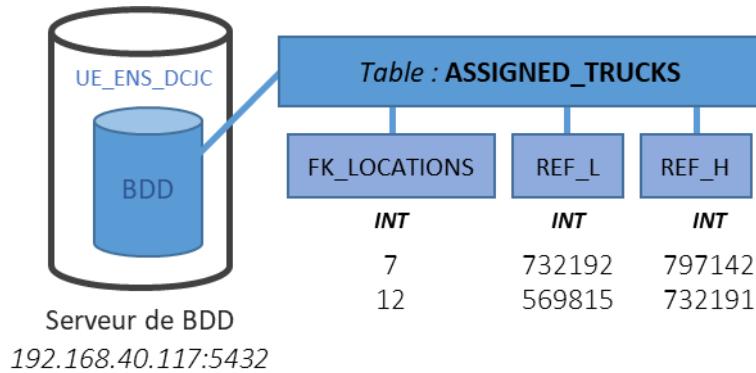


Fig. Structure de la table *ASSIGNED_TRUCKS* et exemples de données

F. Base de données – Table TRUCKS_CAPACITY

Lors d'une demande de transport, le type de palette (EPAL, ISO, ...) ainsi que le nombre de palettes à déplacer sont mentionnés. Selon le volume et la taille des camions (c.à.d. le PTAC indiqué dans la « fiche camion »), ces derniers permettent de transporter un nombre maximum de palettes.

La table *TRUCKS_CAPACITY* indique ainsi le nombre maximal de palettes transportables par PTAC et par type de palette. Dans l'exemple ci-dessous, un camion ayant un *PTAC* de *12t* pourrait transporter jusqu'à *14* palettes de type *ISO*. Les données de cette table n'ont pas vocation à changer.

Il est important de noter qu'aucune information (ou règle de calcul) n'a été communiquée pour comptabiliser le nombre de palettes transportables dans le cas d'un transport mixte (c.à.d. avec plusieurs types de palettes dans le camion) ; charge aux groupes *Logistique* de calculer leur optimum.

Seules des requêtes de type *SELECT* sont autorisées sur cette table dont voici la structure :

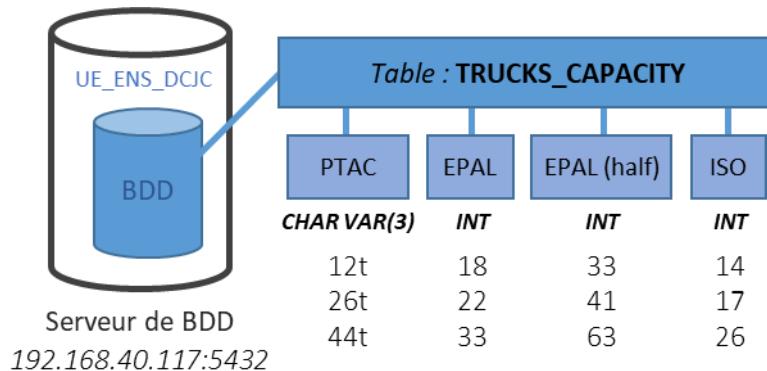


Fig. Structure de la table *TRUCKS_CAPACITY* et exemples de données

G. Base de données – Table TRUCKS_CONSUMPTION

Parmi les différents éléments à quantifier pour les groupes *Logistique*, il leur sera nécessaire de calculer le coût d'une demande de transport. Par conséquent, il est nécessaire de connaître la consommation de carburant d'un transport.

Pour cela, la table *TRUCKS_CONSUMPTION* permet de connaître, selon le PTAC des camions, la quantité moyenne de carburant consommé sur 100km. Les données de la table n'ont pas vocation à changer.

L'exemple suivant nous indique qu'un camion de 19t consomme en moyenne 30.2L d'essence pour 100km parcourus.

Seules des requêtes de type *SELECT* sont autorisées sur cette table dont voici la structure :

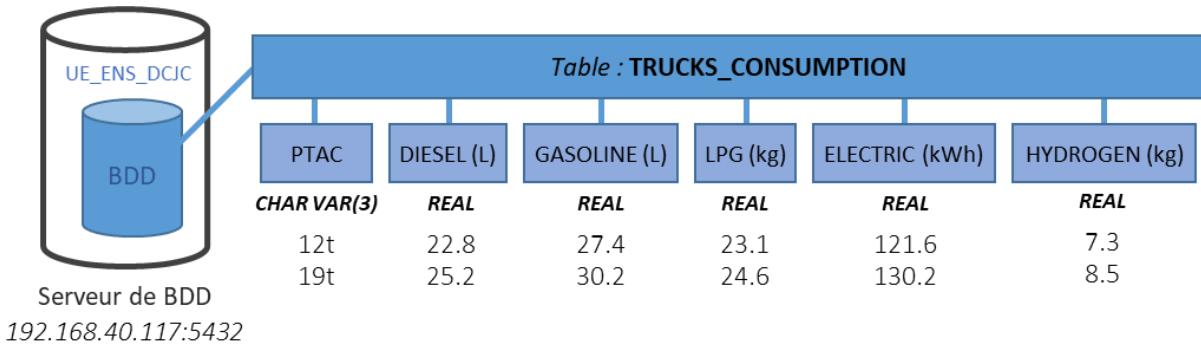


Fig. Structure de la table *TRUCKS_CONSUMPTION* et exemples de données

H. Base de données – Table TRAVEL_TIME_MATRIX

Les groupes *Logistique* devront ; prévoir, gérer et optimiser les trajets de leur flotte de camions. Ainsi, il sera nécessaire de prendre en compte les temps de trajets entre les différents ports, usines ou GMS.

La table *TRAVEL_TIME_MATRIX* indique, pour un camion, la durée [en heures projet] d'un trajet entre un point A et un point B. Afin de suivre l'évolution du trafic routier, la table est mise à jour toutes les heures [projet].

Ainsi dans l'exemple ci-dessous, un camion prendrait 38.67 heures [projet] pour réaliser le trajet de Amsterdam (FK 1) vers Athènes (FK 3).

Il est à noter que cette table est une *matrice triangulaire supérieure*. Par conséquent, le temps de trajet de A vers B est identique au temps de B vers A.

Seules des requêtes de type *SELECT* sont autorisées sur cette table dont voici la structure :

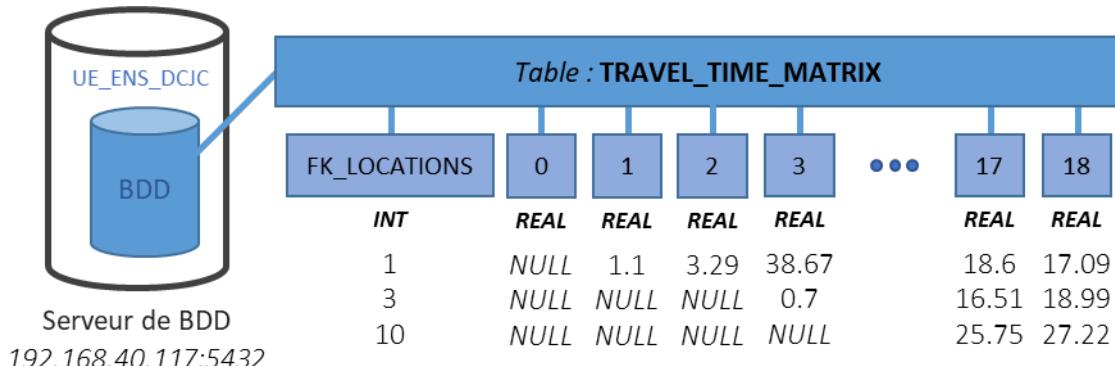


Fig. Structure de la table *TRAVEL_TIME_MATRIX* et exemples de données

I. Base de données – Table PORTS_AVAILABILITY

Dans le but d'empêcher leur encombrement et leur potentiel blocage, les ports n'acceptent plus aucun intrant de marchandise – venant de transporteurs routiers – lorsque leur disponibilité est inférieure à 15% (ils priorisent par conséquent les intrants maritimes). Afin d'éviter aux transporteurs routiers de rester bloqués au-dehors, les ports communiquent leurs disponibilités (actuelles et futures) via une base de données.

La table *PORTS_AVAILABILITY* indique ainsi la capacité actuelle (T0) ainsi que les capacités futures des ports à un horizon de 4h et 8h [projet]. La table est mise à jour toutes les heures [projet].

Via l'exemple ci-dessous, il est possible de comprendre que le port de Rotterdam (FK 14) ne pourra pas accepter d'entrée de marchandises que d'ici à 4h [projet] ; lorsque sa disponibilité aura dépassé 15%.

Seules des requêtes de type SELECT sont autorisées sur cette table dont voici la structure :

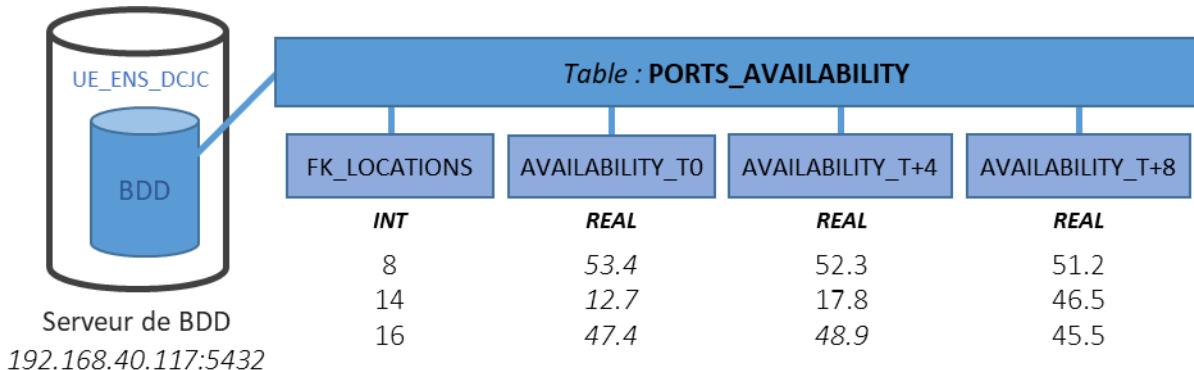


Fig. Structure de la table PORTS_AVAILABILITY et exemples de données

J. Base de données – Table pour la traçabilité des transports

La demande sera spécifiée et détaillée dans la partie *iii. Le travail commun* ; mais il sera nécessaire aux différents groupes de se coordonner pour créer une table – dans la base de données du projet – qui permettra de tracer et de suivre les transports et leur(s) demande(s) de transport associée(s).

Cette table devra alors permettre de calculer le taux de remplissage des camions, le suivi des trajets des camions, etc. et plus globalement de permettre l'analyse des performances des différentes structures d'*EURO-TransFRET* par le groupe *Contrôle*.

Vous serez libre de choisir la structure de cette table. Il faudra toutefois qu'elle serve à tous les groupes, ainsi, il vous sera nécessaire de standardiser vos échanges d'informations et d'en coordonner la nomenclature afin que la table réponde aux besoins de chaque groupe.

Cette table sera autorisée à être en lecture/écriture (INSERT et UPDATE).

V. Synthèse des interactions et des échanges entre les entités

Le schéma ci-dessous synthétise les échanges d'information ; à la fois pour le flux de marchandises (Unités de production, Ports, GMS, Camions, ...) mais également pour le flux d'informations (ERP, Bases de données, Fichiers, ...).

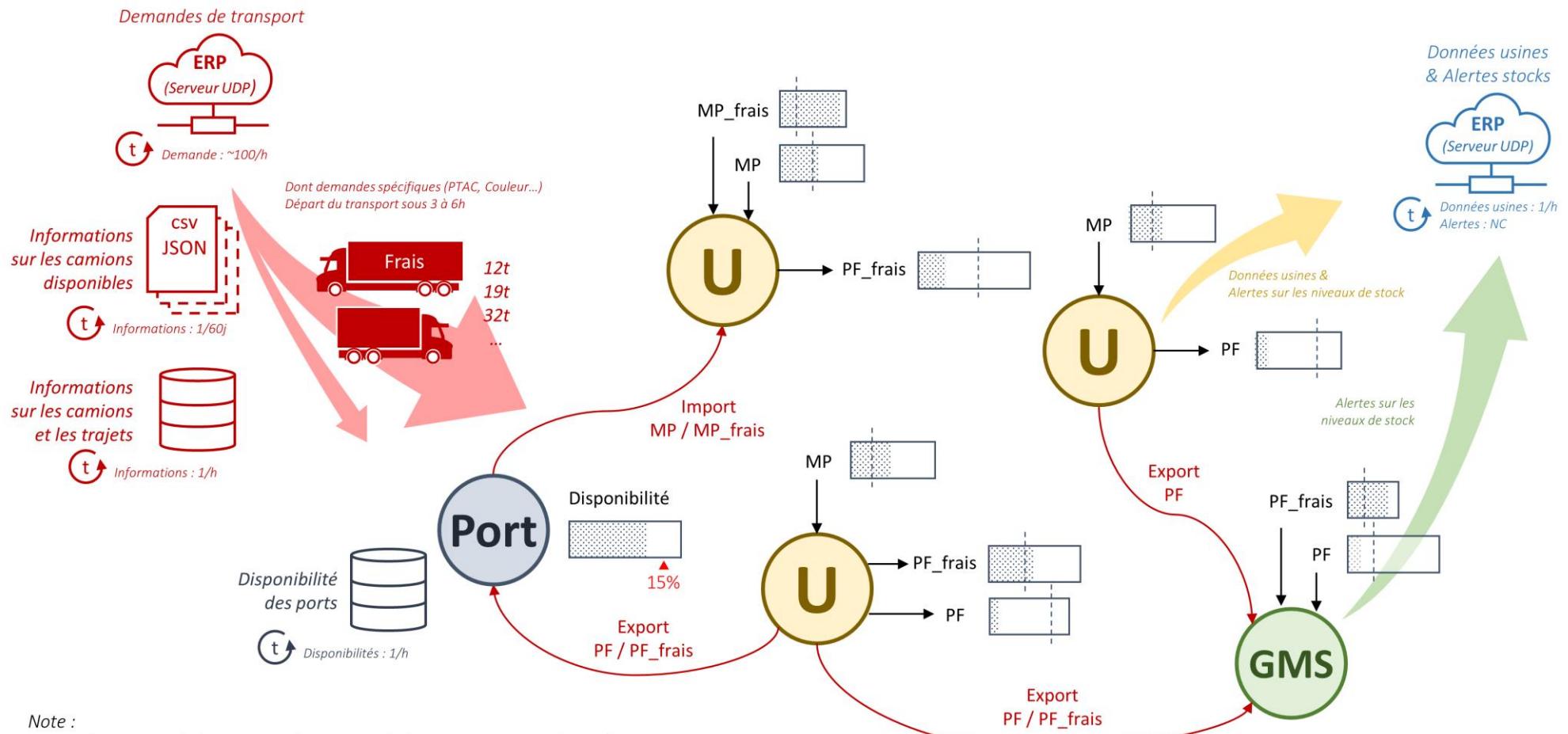


Fig. Schéma synthétisant les échanges et les flux d'informations du projet

DESCRIPTION GENERALE DU TRAVAIL A REALISER

Pour réaliser ce projet, une multitude de moyens techniques devront être mis en œuvre pour permettre les échanges d'informations. Les différents groupes (*Contrôle* et *Logistique*) travailleront tous à partir des mêmes informations ; mais en ayant des objectifs opérationnels différents.

Ce chapitre présente les objectifs opérationnels de chaque groupe ainsi que les jalons du projet et plus généralement le découpage en macro-tâches pour chacune des parties prenantes.

I. La phase préliminaire – *Informations, demandes ou contraintes générales*

A. Contraintes

L'une des contraintes posées sur ce projet est qu'il est demandé aux divers groupes de ne pas échanger d'information en « direct ». Tout échange d'information doit être automatisé et numérique ; le choix technique vous appartient mais il doit rester dans le cadre de ce projet (c.à.d. sans l'utilisation d'outil externe au projet).

Pour le bon déroulé de ce projet, il est interdit de modifier les éléments préexistants, c'est-à-dire les informations transmises par l'ERP, les tables dans la base de données ou encore les « fiches camion ». Vous aurez l'opportunité de créer vos propres tables dans lesquelles vous aurez toute liberté de modifications. Il sera toutefois nécessaire de demander à votre enseignant de les créer.

La contrainte principale vient de l'environnement numérique du projet. En effet, vous aurez accès à des Machines Virtuelles (VM) qui ne seront accessibles que depuis le serveur de virtualisation de l'ENSIBS. Ceci n'est cependant pas une limitation à développer et tester vos algorithmes « en local » sur vos machines personnelles.

B. Ressources

Ce projet n'a pas vocation à vous imposer des difficultés techniques ou à vous poser des contraintes technologiques. C'est pour cette raison que de nombreux tutoriels, exemples, ou codes informatiques sont mis à votre disposition. Retrouvez-les, à la fois sur votre Moodle (section *RESSOURCES*) ainsi que sur votre VM (dossier */Desktop/DuCapteurJusquauCloud/*). Dans la suite de ce document, lorsqu'un fichier sera mis à votre disposition en tant que ressource, il sera signalé via la mention [RSCR].

Il est cependant important de noter que les éléments fournis – bien que fonctionnels – seront davantage des *preuves de concept* (POC). Il vous faudra les adapter afin qu'ils répondent pleinement à vos besoins.

C. Rôles

Comme présenté dans la partie *i. La segmentation en groupe de travail*, vous serez divisés en trois groupes ; un groupe *Contrôle* et deux groupes *Logistique*. Bien que les deux types de groupes aient à réaliser des développements informatiques, le groupe *Contrôle* sera davantage orienté *Stratégie et Analyse* tandis que les groupes *Logistique* seront davantage orientés *Optimisation et Ordonnancement*.

Ce document est particulièrement détaillé – notamment sur les aspects techniques – et devrait se suffire à lui-même. Ce qui permet à votre enseignant de se concentrer sur le rôle du DSI (Directeur du Système d'Information) de *Garden Food*. Par conséquent, votre enseignant aura un rôle de modérateur et d'arbitre pour toutes les questions techniques.

Concernant les tâches à accomplir, vous devrez vous accorder et vous coordonner entre groupes. Au-delà du *Jalon 1* (création des équipes), vous devrez déterminer les tâches à réaliser pour atteindre vos objectifs opérationnels. Vous devrez également vous entendre sur les indicateurs à atteindre (*Jalon 2*). Ceux-ci seront audités lors du *Jalon 3* et ils constitueront une part importante de votre évaluation.

II. Les Jalons

Trois grands jalons structureront le projet ; le premier permettra de définir les équipes ainsi que les tâches à réaliser afin de parvenir aux objectifs opérationnels. Le second jalon permettra de contractualiser les performances qui seront à valider au terme de ce projet. Un audit, réalisé lors du dernier jalon, vérifiera si les performances attendues ont été atteintes.

A. La formation des groupes

Le premier jalon sera la création des groupes. Les étudiants devront se répartir en deux types de groupes ; un groupe **Contrôle** et deux groupes **Logistique**. Voici les missions attendues :

- Le groupe **Contrôle** – dans le cadre de la contractualisation entre *Garden Food* et *EURO-TransFRET* – aura pour mission d'évaluer les groupes *Logistique*. En effet, le groupe *Contrôle* étant garant des intérêts et de la productivité de *Garden Food*, il a pour objectif d'identifier et d'analyser les performances des différentes structures d'*EURO-TransFRET*.

Le groupe *Contrôle* devra s'assurer que les performances de ses unités de production ne soient pas impactées par ses prestataires de transports routiers, notamment par *EURO-TransFRET*.

Mots-clefs : *Stratégie & Analyse, Suivi d'indicateurs & Audit qualité*

- Un groupe **Logistique** aura pour mission de valider la faisabilité des *demandes de transport* qui incomberont à sa région géographique de rattachement (c.à.d. la zone géographique de l'usine demandant un *Import* ou un *Export*). Les groupes *Logistique* devront s'assurer de la rentabilité des transports qu'ils assureront.

Chaque groupe *Logistique* devra planifier ses transports, en calculer le prix et s'assurer que le taux de remplissage de ses camions correspond aux performances attendues.

Mots-clefs : *Optimisation & Ordonnancement, Algorithmie & Décision multicritère*

Ce premier jalon doit être clôturé durant la première séance de la matière. Plus d'informations sur le macro-planning de la matière dans la partie *DECOUPAGE PEDAGOGIQUE DE LA MATIERE*.

Une répartition équitable du nombre d'étudiants par groupe est indispensable.

B. La contractualisation

Le deuxième jalon devra permettre de contractualiser les indicateurs de performance à atteindre – au terme du projet – pour chacun des groupes *Logistique*. Il est important de noter que chaque groupe *Logistique* est indépendant, ainsi les performances à atteindre et les indicateurs choisis pourront être distincts entre les groupes *Logistique*. Le groupe *Contrôle* sera garant de la rédaction, de la validation puis des audits de ces différentes contractualisations. Il déposera sur Moodle les contrats à l'issue de la séance dédiée au jalon n°2.

Les différents indicateurs rentrants dans la contractualisation sont présentés dans la page suivante.

Il est important de noter que tous les indicateurs indiqués ci-après sont à prendre en compte. La contractualisation devra spécifier, pour chaque indicateur, l'*objectif* à atteindre ainsi que son *coefficient*. Ce sont ces deux éléments qui pourront être négociés entre le groupe *Contrôle* et les groupes *Logistique*. L'évaluation de la matière sera basée sur les performances atteintes telles que négociées.

Les indicateurs de performance qui serviront à l'évaluation – lors de l'audit – sont décrits ci-dessous. Ces indicateurs suivent la politique sociétale établie par *Garden Food*, ils sont au nombre de cinq :

RSE : Taux de remplissage des camions et optimisation de la planification des trajets.

Rentabilité : Respect du coût des transports (selon la contractualisation).

Performance : Taux de demandes de transport acceptées/refusées.

Efficacité : Temps de départ des camions.

Professionnalisme : Communication, collaboration, disponibilité et réactivité de l'équipe.

Ainsi, pour chacun de ces indicateurs, les groupes *Contrôle* et *Logistique* devront s'accorder sur le *coeffcient* (c.à.d. l'importance) ainsi que l'*objectif* (la cible) à atteindre.

Par exemple, le critère *Efficacité* pourrait avoir été négocié avec un *coeffcient* 2 pour un objectif de départ des transports avec une avance de 15% par rapport à l'heure de départ maximale indiquée dans la demande de transport.

Le critère *RSE* pourrait avoir, quant-à-lui, été négocié avec un *coeffcient* 5 pour un objectif de taux de remplissage des camions d'au moins 80%.

Concernant la méthode d'évaluation, celle-ci devra suivre la méthode *régressive* présentée ci-dessous :

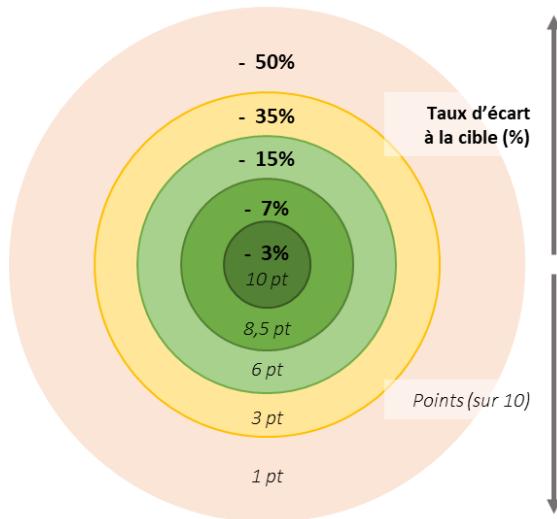


Fig. Méthode d'évaluation Régressive

Tous les objectifs négociés devront suivre la méthode d'évaluation *régressive* ci-contre. Les couples *taux d'écart* <-> *nombre de points* sont fixés par *Garden Food*.

En reprenant le premier exemple présenté ci-dessus – celui concernant le critère *Efficacité* à 15% ; Si tous les camions partent en moyenne avec une avance d'au moins 14,55% (soit un taux de 3% d'écart), le groupe *Logistique* aura 10 points pour cet indicateur.

A l'issue de ce deuxième jalon, le groupe *Contrôle* déposera sur Moodle le contrat établi pour chaque groupe. Les contrats devront indiquer le *coeffcient* et la *cible* à atteindre pour chaque indicateur.

Il est à noter que le groupe *Contrôle* est garant des intérêts de *Garden Food*, il serait dommageable que la négociation soit en défaveur de la société. Ainsi, le groupe *Contrôle* sera évalué sur la perspicacité de sa négociation (détails de l'évaluation de la matière dans la partie MODALITES D'EVALUATION DE LA MATIERE).

Lors du troisième jalon le groupe *Contrôle* mènera l'audit et par conséquent, évaluera les groupes *Logistique* selon les critères négociés.

C. Les audits

La dernière séance de la matière sera dédiée à l'audit. Le groupe *Contrôle* auditera les groupes *Logistique*, il vérifiera ainsi – par indicateur – si les objectifs ciblés sont atteints.

Il sera donc nécessaire que les outils développés par les groupes *Logistique* soient pleinement opérationnels afin de permettre au groupe *Contrôle* de mener l'audit. Il est cependant de la responsabilité du groupe *Contrôle* de préalablement transmettre ses potentielles contraintes opérationnelles aux groupes *Logistique*.

Quant à lui, pour mener à bien ses audits, le groupe *Contrôle* devra avoir développé des outils d'analyse automatisés permettant l'évaluation des différents indicateurs négociés. A l'issue de ce dernier jalon, le groupe *Contrôle* devra déposer sur Moodle l'évaluation de chaque groupe. L'évaluation de la matière sera détaillée dans la partie *MODALITES D'EVALUATION DE LA MATIERE*.

Il est important de noter que dans l'hypothèse où le groupe Contrôle ne transmettrait pas ses audits ; c'est l'évaluation de l'ensemble des groupes qui en serait impactée.

Référez-vous à la partie *DECOUPAGE PEDAGOGIQUE DE LA MATIERE* afin de planifier efficacement votre gestion de projet.

III. Le travail commun

Pour mener à bien le travail demandé (*c.à.d. pour le groupe Contrôle : auditer les structures d'EURO-TransFRET ; et pour le groupe Logistique : acquitter les demandes de transport*) ainsi que pour satisfaire l'une des contraintes du projet qui stipule qu'aucune information ne doit être échangée « en direct » entre les groupes ; il sera donc nécessaire de créer une *Table* (dans la base de données du projet) qui servira à la traçabilité des *demandes de transport* qui auront été acquittées.

Ainsi, cette table « traçabilité » pourra permettre de suivre les camions, le nombre de palettes transportées ou encore les trajets effectués ; mais plus globalement, cette table devra permettre au groupe *Contrôle* d'accomplir ses audits. Par conséquent, les informations contenues dans cette table « traçabilité » devront répondre aux besoins du groupe *Contrôle*. Il est donc de la responsabilité du groupe *Contrôle* de spécifier la structure de la table et de s'accorder avec les groupes *Logistique* afin qu'ils puissent y publier leurs données.

Le groupe *Contrôle* devra spécifier et communiquer la structure de la table au DSI de *Garden Food* (votre enseignant) qui se chargera alors de la créer dans la base de données du projet.

Il sera possible de modifier la table en cours de projet, il faudra toutefois que l'ensemble des groupes *Logistique* soient prévenus et valident les modifications à apporter. Le DSI y apportera alors les modifications transmises.

IV. Groupe Contrôle

Vous trouverez ci-après une description des macro-tâches (non-exhaustives et non-ordonnées) à réaliser par le groupe *Contrôle* afin d'atteindre son objectif opérationnel.

Objectif opérationnel : auditer les performances des groupes *Logistique*.

- Récupérer les *demandes de transports* via le *serveur UDP* [RSCR_RSCR_ERP_CLIENT_UDP.py].
- Récupérer les *données usines et les alertes* via le *serveur UDP*.
- Récupérer des informations dans les bases de données [RSCR_ACES_INTERFACE_BDD.pdf et RSCR_ACES_BDD_TABLE_LOCATIONS_NAMES.py]. Retrouvez également en ANNEXE 3 une aide sur la création de requêtes SQL.
- Définir la structure de la table « traçabilité » en concertation avec les groupes *Logistique*.
- Définir les critères des audits auprès des groupes *Logistique*.
- Définir et mettre en place les indicateurs de productivité des unités de production (afin d'analyser les gains/pertes du partenariat).
- Mettre en place les outils d'automatisation pour les audits. Ressources possibles :
 - o [RSCR_RSCR_SERVEUR_TCP2HTML.py] : création d'un « serveur web » pour l'affichage des données.
 - o [RSCR_RSCR_GRAPHIQUES_HTML_EXEMPLES.html] : création de graphiques en HTML.
 - o [RSCR_RSCR_MATPLOTLIB_EXEMPLES.py] : visualisation de trajets et *al.* via *matplotlib*.
- Réaliser l'audit et évaluer le partenariat entre *Garden Food* et *EURO-TransFRET*.

Question subsidiaire : En connaissant les différents flux logistiques, quel serait l'emplacement géographique idéal pour l'implantation d'une nouvelle unité de production ?

V. Groupes Logistique

Vous trouverez ci-après une description des macro-tâches (non-exhaustives et non-ordonnées) à réaliser pour chaque groupe *Logistique* afin d'atteindre leur objectif opérationnel.

Objectif opérationnel : acquitter les différentes demandes de transport.

- Récupérer les *demandes de transport* via le *serveur UDP* [RSCR_RSCR_ERP_CLIENT_UDP.py].
- Vérifier la faisabilité de la demande de transport. Ressources possibles :
 - o Récupérer des informations dans la base de données [RSCR_ACES_INTERFACE_BDD.pdf et RSCR_ACES_BDD_TABLE_LOCATIONS_NAMES.py]. Retrouvez également en ANNEXE 3 une aide sur la création de requêtes SQL.
 - o Accès aux « fiches camion » [RSCR_RSCR_ACES_FICHES_CAMION.py].
 - o Retrouvez en ANNEXE 1 les contraintes réglementaires liées aux transports routiers.
- Calculer le prix des transports. Ressources disponibles :
 - o [RSCR_RSCR_API_PRIX_CARBURANTS.py] : Récupération des prix des carburants.
 - o Retrouvez en ANNEXE 2 des informations à prendre en compte pour le calcul du prix des transports routiers.
- Définir avec le groupe *Contrôle* la structure de la table « traçabilité ».
- Se coordonner avec le groupe *Contrôle* à propos des différents indicateurs à atteindre lors de l'audit.
- Améliorer les outils développés afin d'optimiser les trajets.

Question subsidiaire : En connaissant les flux d'information, quelles seraient les améliorations à apporter au Système ERP de *Garden Food* ?

VI. Synthèse du travail à réaliser

Le pseudo-BPMN suivant présente les macro-tâches à réaliser – par chaque groupe – afin de pouvoir atteindre leurs objectifs opérationnels.

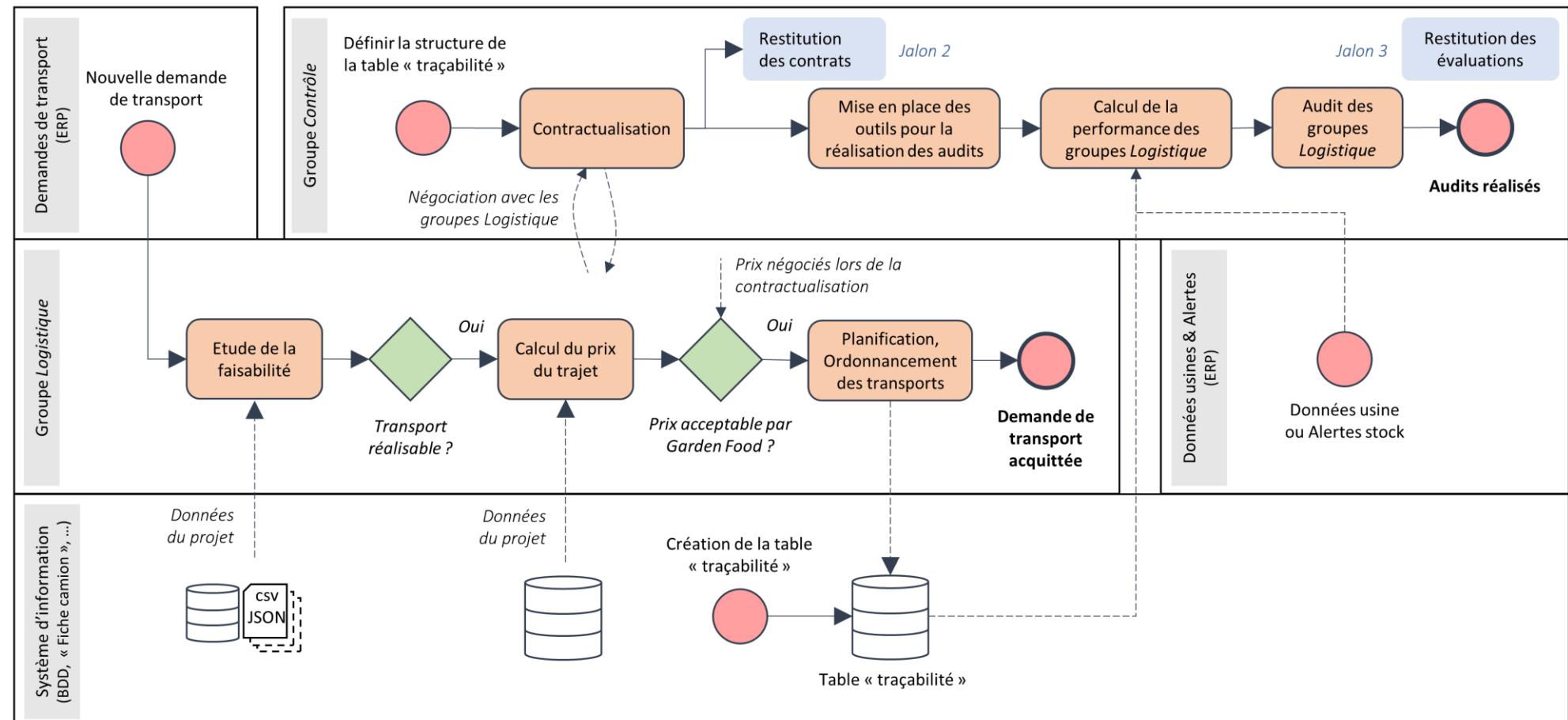


Fig. Schéma synthétisant les macro-tâches à réaliser pour atteindre les objectifs opérationnels de chaque groupe

MODALITES D'EVALUATION DE LA MATIERE

L'évaluation de la matière portera – par groupe – sur trois critères :

- **Note technique** [*évaluation par votre enseignant*] – /35pt : La note portera sur les réalisations techniques (dont la validation de l'objectif opérationnel).
- **Question subsidiaire** [*évaluation par votre enseignant*] – /15pt : Il sera nécessaire de rédiger un document présentant votre analyse concernant la question subsidiaire (à déposer sur Moodle).
- **Audit** – /50pt :
 - Groupe *Logistique* [*évaluation par le groupe Contrôle*] : Respect des indicateurs contractualisés. *Note issue de l'audit*.
 - Groupe *Contrôle* [*évaluation par votre enseignant*] : Note de gestion de projet ; négociation des indicateurs, performance de l'audit, efficacité et professionnalisme du groupe *Contrôle* dans son rôle de garant des intérêts de *Garden Food*.

Aucune restitution (rapport ou autre équivalent) n'est demandée à l'issue de la matière. Il est cependant demandé de déposer sur Moodle ; la contractualisation, l'audit ainsi que la question subsidiaire.

POUR BIEN DEBUTER

Quelques conseils :

Prenez le temps de lire (et relire) ce document. Il contient tout le nécessaire pour mener à bien le projet. La gestion de projet (notamment le découpage en tâches) et la collaboration entre les membres des groupes sera l'une des clefs de la réussite.

Une fois les groupes définis (Jalon 1), connectez-vous à votre Machine Virtuelle en suivant la ressource Moodle *Connexion au serveur de virtualisation.pdf*. Récupérez ensuite les demandes de transport [RSCR RSCR_ERP_CLIENT_UDP.py] puis développez vos outils selon vos objectifs opérationnels.

La méthode SCRUM sera idéale pour mener à bien la gestion de votre projet. Les outils de génération automatique de code ne sont pas prohibés ; utilisez-les seulement avec intelligence.

Enfin, ne vous lancez pas dans des développements complexes du premier coup. Avancez petit à petit et validez chaque étape. Bien que ce document semble montrer une certaine complexité dans les réalisations à mener, il n'en est rien ; chaque objectif opérationnel est atteignable s'il est bien décomposé.

Note supplémentaire ; vous avez toute liberté pour créer des *classes* (sous python) mais l'utilisation de *listes* et de *dictionnaires* devraient largement satisfaire vos besoins principaux. Bien évidemment, créez des fonctions et commentez vos codes (ces éléments seront pris en compte dans l'évaluation de la *note technique*). Retrouvez en [ANNEXE 5 et 6](#) une rapide présentation des fonctionnalités des *listes* et des *dictionnaires* sous python.

Sur les machines virtuelles (VM), les bibliothèques *python3 Numpy*, *Matplotlib* et *Pandas* sont installées (retrouvez en [ANNEXE 4](#) une ressource concernant l'utilisation de la bibliothèque *Pandas*). *ChartJS* est quant à elle disponible pour vos développements en *JavaScript*. Aucune autre bibliothèque ne sera installable car les VM n'auront pas accès à internet.

ANNEXES

ANNEXE 1 – Contraintes réglementaires liées aux transports routiers

- Durée minimale de repos quotidien d'un conducteur : 11h
Sources : *Réglementation Européenne - art. D. 3312-53 et règlement (CE) n° 561/2006*
- Durée maximale quotidienne de temps de conduite : 12h
Source : *Réglementation Européenne - art. D. 3312-51*
- Durées de temps de conduite et de repos (pour tous conducteurs de véhicules de plus de 3,5T) :
Obligation, après un temps de conduite de 4h30, de prendre une pause de 45 mn pouvant être fractionnée en une pause d'au moins 15 min suivie d'une pause d'au moins 30 mn
Sources : *Réglementation Européenne - art. D. 3312-50 et règlement (CE) n° 561/2006*
- Délai de carence de 4 jours pour le cabotage (*Réglementation FR - art. L3421-1 à L3421-10*)
Afin d'être en conformité avec la loi, *EURO-TransFRET* change la liste de ses camions disponibles.

ANNEXE 2 – Données diverses d'*EURO-TransFRET* concernant ses transports routiers

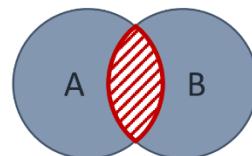
Les informations en **noir** sont confidentielles et seront transmises directement aux groupes Logistique.

- Tarif horaire des routiers (dont frais de déplacement) : **[REDACTED]** (tarif brut unique pour l'ensemble du groupe *EURO-TransFRET*)
- Tarif horaire moyen des charges d'un véhicule (hors carburant) : **[REDACTED]** (brut)
Source : *EURO-TransFRET – 2025*
- Vitesse moyenne d'un camion :
 - o 66,5 km/h pour les trajets courts (< 5h)
 - o 74,9 km/h pour les trajets longs (>7h)Sources concordantes : *Observatoire national interministériel de la sécurité routière - 2021, Comité National Routier – 2018, EURO-TransFRET – 2024*
- Temps moyen de chargement/déchargement des camions : 1h47 min
Source : *EURO-TransFRET – 2023*
- Taux de remplissage des camions pour atteindre le seuil de rentabilité : **[REDACTED]**
Source : *EURO-TransFRET – 2025*

ANNEXE 3 – Aide sur la création de requêtes SQL



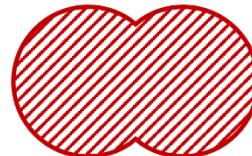
Jointures SQL ce qu'il faut savoir



```
SELECT *
FROM A
INNER JOIN B ON A.key = B.key ;
```

INNER JOIN

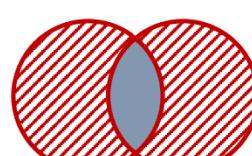
Récupère les lignes ayant une correspondance entre les tables A et B via une clef commune.



```
SELECT *
FROM A
FULL JOIN B ON A.key = B.key ;
```

FULL JOIN

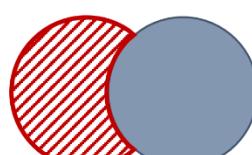
Récupère les lignes ayant une correspondance dans la table A, la table B ou les deux.



```
SELECT *
FROM A
FULL JOIN B ON A.key = B.key
WHERE A.key IS NULL or B.key IS NULL ;
```

FULL JOIN (sans intersection)

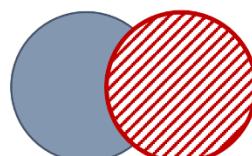
Récupère toutes les lignes n'ayant aucune correspondance entre les tables A et B.



```
SELECT *
FROM A
LEFT JOIN B ON A.key = B.key
WHERE B.key IS NULL ;
```

LEFT JOIN (sans l'intersection de B)

Récupère les lignes de la table A n'ayant aucune correspondance avec la table B.



```
SELECT *
FROM A
RIGHT JOIN B ON A.key = B.key ;
```

RIGHT JOIN

Renvoie toutes les lignes de la table B ainsi que les lignes correspondantes de la table A. Les lignes de la table A sans correspondance apparaissent avec des valeurs null.

Un exemple avec LEFT JOIN

Renvoie toutes les lignes de la table A ainsi que les lignes correspondantes de la table B. Les lignes de la table B sans correspondance apparaissent avec des valeurs null

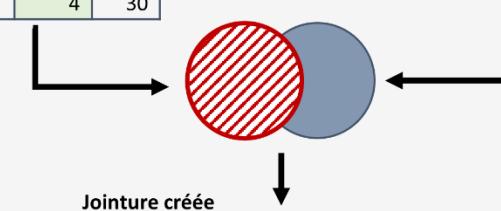
```
SELECT * FROM Population
LEFT JOIN Pays ON Population.Num = Pays.ID ;
```

Table Population

Date	Num	Pop
1950	1	40
1990	1	60
2000	3	10
2000	4	30

Table Pays

ID	Nom
1	USA
2	France
3	Canada



Jointure créée

Date	Num	Pop	Nom
1950	1	40	USA
1990	1	60	USA
2000	3	10	Canada
2000	4	30	null

iehann.eveno@univ-ubs.fr

ANNEXE 4 – Comparaison de l'analyse des données via différents outils



Excel vs SQL vs Python

Task	Excel	SQL	Python (Pandas as pd)
Load data	Open Excel file or use <i>File >> Open</i>	SELECT * FROM <i>table_name</i> ;	df = pd.read_csv("file.csv")
Filter Rows	=FILTER(A2:B10, B2:B10 > 100)	SELECT * FROM <i>table</i> WHERE <i>column</i> > 100 ;	df[df['column'] > 100]
Select Columns	Use column letters (e.g. : 'A', 'B', ...)	SELECT <i>column1</i> , <i>column2</i> FROM <i>table</i>	df[['column1', 'column2']]
Sort data	Use Excel functionality <i>Data >> Sort</i>	SELECT * FROM <i>table</i> ORDER BY <i>column</i> DESC ;	df.sort_values(by='column', ascending=False)
Group By / Aggregate	Use <i>Pivot Table</i>	SELECT <i>column</i> , COUNT(*) FROM <i>table</i> GROUP BY <i>column</i> ;	df.groupby('column').size() or .agg()
Count Rows	=COUNTA(A2:A100)	SELECT COUNT(*) FROM <i>table</i> ;	len(df) or df.shape[0]
Average / Mean	=AVERAGE(A2:A100)	SELECT AVG(<i>column</i>) FROM <i>table</i> ;	df['column'].mean()
SUM	=SUM(A2:A100)	SELECT SUM(<i>column</i>) FROM <i>table</i> ;	df['column'].sum()
Remove Duplicate	Use Excel functionality <i>Data >> Remove Duplicate</i>	SELECT DISTINCT <i>column</i> FROM <i>table</i> ;	df.drop_duplicates()
Join Tables	Use VLOOKUP or XLOOKUP	SELECT * FROM A JOIN B ON A.key = B.key ;	pd.merge(df1, df2, on='key')
Get calculation from columns (e.g.)	Do = <i>A</i> + <i>B</i> in new Excel column	SELECT <i>column1</i> , <i>column2</i> , <i>column1+column2 AS column3</i> FROM <i>table</i> ;	df['column3'] = df['column1'] + df['column2']
Rename Column	Rename Manually	SELECT <i>column</i> AS <i>new_name</i> FROM <i>table</i> ;	df.rename(columns={'old': 'new'}, inplace=True)
Handle Missing Data	=IF(ISBLANK(A2),"N/A", A2)	Depends on DB structuration : use IS NULL, COALESCE()	df.fillna('N/A') or df.dropna()
Export Data	Use <i>File >> Save As (csv/xlsx)</i>	Use DB inner tools or INTO OUTFILE	df.to_csv("output.csv", index=False)
Data Visualization	Use <i>Insert >> Charts</i>	Not native ; use BI tools	df.plot(kind='bar') or use seaborn, matplotlib

Source : <https://www.mltut.com/udacity-free-courses-on-machine-learning>

iehann.eveno@univ-ubs.fr

ANNEXE 5 – Utilisation des listes sous python – Illustration des Méthodes()

python List Methods Visualised

iehann.eveno@univ-ubs.fr

ANNEXE 6 – Utilisation des dictionnaires sous python – Illustration des Méthodes()

python Dictionary Methods Visualised

D = {"CAR" : "Volvo", "YEAR" : 1995}

<code>D.get("CAR")</code>	→	"Volvo"
<code>D.keys()</code>	→	["CAR", "YEAR"]
<code>D.values()</code>	→	["Volvo", 1995]
<code>D.items()</code>	→	[("CAR", "Volvo"), ("YEAR", 1995)]
<code>D.update({"col": "red"})</code>	→	{"CAR": "Volvo", "YEAR": 1995, "col": "red"}
<code>D.pop("CAR")</code>	→	{"YEAR": 1995, "col": "red"}
<code>D.popitem()</code>	→	{"YEAR": 1995}
<code>D.clear()</code>	→	{}

```
D = {"Aa": {"CAR": "Volvo", "YEAR": 1995}, 507: {"JOHN": 36}}
```

D.keys()	→	["Aa", 507]
D.get(507)	→	{"JOHN": 36}
D.get(507)["JOHN"]	→	36
D["Aa"]	→	{"CAR": "Volvo", "YEAR": 1995}
D["Aa"]["YEAR"] + 10	→	2005

iehann.eveno@univ-ubs.fr