

Cahier des Charges

*Projet : Conception d'un outil pour améliorer
la productivité en préservant la limite du
travail humain*

1. Introduction.....	4
2. Guide de lecture.....	5
2.1 Maîtrise d'ouvrage.....	5
2.1.1 Responsable.....	5
2.1.2 Utilisateur final.....	5
2.2 Maîtrise d'oeuvre.....	6
2.2.1 Cheffe de projet.....	6
2.2.2 Personnel technique : les étudiants.....	6
3. Concepts de base.....	7
4. Historique.....	8
5. Description de la demande.....	9
5.1 Les objectifs.....	9
5.2 Produit du projet.....	9
5.3 Les fonctions du produit.....	10
5.4 Critères d'acceptabilité et de réception.....	10
6. Contraintes.....	11
6.1 Contraintes de coûts.....	11
6.2 Contraintes de délais.....	11
6.3 Contraintes matérielles.....	11
6.4 Autres contraintes.....	11
7. Déroulement du projet.....	12
7.1 Planification.....	12
7.2 Ressources.....	13
8. Annexes.....	14
1.Solver.....	14
2.Gestion de projet.....	14
a. Diagramme de Gantt.....	14
9. Glossaire.....	16
10. Références.....	2

Cahier des charges

Conception d'un outil d'expérimentation de scénarios et de génération d'emploi du temps

Les informations d'identification du document : Les éléments de vérification du document :

Référence du document :

Version du document : 2.02

Date du document : 12/01/2025

Auteur(s) :

Behar Andrea
Martiniani Anesie

Validé par :

Validé le :

Soumis le :

Type de diffusion : Document
électronique (.pdf)

Confidentialité :

Les éléments d'authentification :

Maître d'ouvrage:

Date / Signature :

Chef de projet :

Date / Signature :

1. Introduction

Ce cahier des charges constitue le premier document formel permettant de définir les contours du projet tout en posant les bases de sa gestion et de son évaluation globale. Il est structuré en plusieurs parties et sous-parties, chacune ayant un objectif spécifique.

- **Première partie : Guide de lecture**

Cette section est destinée à accompagner chaque partie prenante, qu'il s'agisse du commanditaire ou des maîtres d'œuvre, dans l'utilisation optimale de ce document.

- **Deuxième partie : Concepts de base**

Elle fournit les connaissances nécessaires pour interpréter correctement ce document et, plus largement, pour comprendre les fondamentaux du projet.

- **Troisième partie : Contexte**

Cette section décrit l'environnement du projet, les méthodologies de gestion utilisées, les enjeux pour le commanditaire, ainsi que les différents domaines explorés pour répondre aux objectifs fixés.

- **Quatrième partie : Historique**

Cette partie s'attache à détailler les aspects pédagogiques ayant conduit à la mise en œuvre du projet.

- **Cinquième partie : Description de la demande**

Elle regroupe les objets du projet et les esquisses des résultats attendus, une description générale du produit, une liste exhaustive des fonctionnalités prévues ainsi que les indicateurs permettant d'évaluer la satisfaction des objectifs du projet.

- **Sixième partie : Contraintes**

Cette section recense l'ensemble des contraintes liées au projet dans sa globalité, notamment en termes de coûts, d'échéances, de matériels requis, de normes d'utilisation et de protection des données.

- **Septième partie : Déroulement du projet**

Elle décrit les différentes phases du projet, ses étapes principales, ainsi que les ressources humaines et matérielles mises à disposition par le commanditaire.

- **Huitième partie : Annexes**

Cette section contient la liste des documents relatifs au projet fournis par le commanditaire.

- **Neuvième partie : Glossaire**

Ce glossaire regroupe les définitions des termes techniques et acronymes employés dans le cadre du projet.

- **Dixième partie : Références**

Elle compile les références à d'autres documents fournis ou créés dans le cadre du projet, susceptibles d'apporter des informations complémentaires.

2. Guide de lecture

Ce guide de lecture vise à faciliter la compréhension et l'utilisation du document pour les différentes parties prenantes impliquées dans le projet. Il détaille les sections pertinentes en fonction des rôles et des responsabilités des lecteurs.

2.1 Maîtrise d'ouvrage

2.1.1 Responsable

Représentée par Mme. Landry (et cheffe de projet).

- Consultez l'ensemble des sections pour assurer une compréhension globale des attentes, des contraintes et des phases du projet.
- Veillez particulièrement à la section "Description de la demande" pour garantir l'adéquation entre les besoins identifiés et les livrables proposés.

2.1.2 Utilisateur final

Représenté par DPC.

Vous pouvez consulter l'entièreté du document pour vous informer sur le projet dans sa globalité.

Référez-vous particulièrement aux sections suivantes :

- Concepts de base : pour comprendre les fondements du solveur et son fonctionnement.
- Contraintes : pour vérifier que les spécificités de l'établissement sont correctement prises en compte.
- Annexes : pour consulter les données fournies et les documents complémentaires

2.2 Maîtrise d'oeuvre

2.2.1 Cheffe de projet

Représentée par M. Pellier Damien.

Utilisez les sections suivantes pour valider l'alignement du projet avec les objectifs pédagogiques :

- Les fonctions du produit : pour vérifier que toutes les fonctionnalités attendues sont couvertes.
- Critères d'acceptabilité et de réception : pour vous assurer que les critères de satisfaction sont bien définis.
- Suivez également les avancées via les outils collaboratifs mentionnés dans la section Ressources.

2.2.2 Personnel technique : les étudiants

Durant la phase de développement :

- Appuyez-vous sur les sections Contraintes et Déroulement du projet pour prioriser les fonctionnalités et respecter les exigences techniques.
- Utilisez les Annexes pour tester vos développements avec des données réalistes.

Durant la phase de documentation :

- La rédaction du guide utilisateur et des documents techniques doit suivre les indications de la section Documentation.

Durant la phase de recette :

- Consultez le Cahier de recettes pour vous assurer que toutes les fonctionnalités sont validées conformément aux attentes.

3. Concepts de base

Dans cette partie nous allons préciser les concepts de base nécessaires à la compréhension du document. Notre projet a pour objectif la conception d'un outil pour améliorer la productivité et préserver les limites du travail humain au sein de l'entreprise DPC.

D'après nos échanges avec Mme. Laundry, cheffe de projet, chez DPC les employeurs doivent délivrer environ 600 commandes par jour, normalement réparties sur des agents traitant chacun environ 30 commandes par jour. Le processus logistique actuel est le suivant: réception des palettes hétérogènes (produits mélanges), stockage par tri et mise en stock en palettes homogènes dans l'entrepôt (système type IKEA), et finalement la préparation de commandes par picking d'articles variés pour créer des palettes hétérogènes selon les commandes clients. Selon DPC la productivité actuelle est jugée insuffisante et le côté ergonomie peut être amélioré pour éviter la quantité actuelle d'accidents du travail des employés. Notre projet vise à analyser la situation actuelle et essayer de donner des suggestions pour optimiser l'ergonomie des employés en ligne avec les commandes qui sont demandées.

Pour répondre à notre demande, nous utiliserons un *algorithme*, appelé "*Solveur*", capable de trouver *des solutions* en fonction de *contraintes fortes et/ou faibles*. Les objectifs de l'outil seront de répondre à un maximum de contraintes pour chaque solution et de permettre de tester des *scénarios* de contraintes.

Notre outil utilisera des données provenant d'une *base de données*, que nous aurons conçue. Il est donc important d'identifier l'architecture de la base et les données nécessaires en amont.

4. Historique

En septembre 2025, Mme. Aurélie Landry, professeur d'ergonomie, a proposé un sujet aux étudiants de notre formation à la demande de M. Damien Pellier, le professeur d'informatique encadrant les projets de TER. Le sujet s'intitulait au départ "TER : Ergonomie et logistique chez DPC." Nous avons ensuite longuement échangé sur les objectifs réels du projet : créer un outil exploratoire pour augmenter la productivité chez DPC tout en garantissant une charge de travail soutenable pour les opérateurs tant sur le plan physique que cognitifs. Nous avons comme piste de nous renseigner sur l'outil logistique Hardis qui est actuellement utilisé par l'entreprise pour modeler notre projet. Cet outil sera à destination de DPC et permettra de tester différents scénarios de contraintes paramétrées.

5. Description de la demande

Dans cette partie, nous allons nous intéresser à la demande. Dans un premier temps nous décrirons les objectifs puis l'outil final attendu, ses fonctionnalités et pour finir les critères d'acceptabilité (et de réception).

5.1 Les objectifs

L'objectif final de notre projet est de développer un outil permettant d'améliorer les logistiques de picking d'un point de vue agronomique chez DPC. Toutes les contraintes devront être stockées dans une base de données. Cet outil doit offrir la possibilité de tester différents scénarios de contraintes dont des contraintes nouvelles que l'on ne retrouve pas sur des logiciels de logistique. Puis de choisir parmi les solutions proposées, de l'exporter pour pouvoir ensuite l'exploiter sur un outil de gestion quotidienne, comme Hardis Groupe afin que les résultats ergonomiques soient prises en compte de la même manière que des résultats logistiques de commandes qui sont actuellement utilisés chez DPC.

5.2 Produit du projet

Notre outil permettra de créer des solutions logistiques, augmentant la productivité de l'entreprise, qui prendront en compte le bien-être physique et cognitif des agents avec le but de minimiser les accidents. L'utilisateur commencera donc par importer, saisir ou modifier ses contraintes, puis saisir celles qu'il souhaite tester et lancer la génération de solutions proposées.

Le solveur doit permettre d'obtenir le plan de logistiques le plus optimisé suivant les contraintes sélectionnés et le poids de ces dernières. Ainsi il peut être amené à fournir plusieurs solutions en fonction des poids et donc de la prise en compte plus ou moins forte de certaines contraintes. L'outil doit permettre à l'utilisateur de modifier sa sélection de contraintes suivant les résultats obtenus pour réaliser plusieurs scénarios.

L'outil doit aussi permettre de visualiser les solutions générées et donner des indications sur leurs pourcentages de complétion (exemple : nombre de positions ergonomiques faibles en raison de conflits de contraintes fortes, quelle condition est la plus restrictive, etc.) afin de permettre potentiellement des affinements.

L'utilisateur pourra ensuite choisir ce qui lui convient le mieux et l'exporter. Les contraintes qui peuvent être exploitées par le logiciel devront aussi être exportées.

5.3 Les fonctions du produit

Le produit final devra comporter plusieurs fonctionnalités :

- L'import ou la saisie, modification et suppression de contraintes dans la base données : l'utilisateur doit être libre dans l'utilisation de l'outil, de ce fait, la base de données doit pouvoir être complétée ou modifiée directement par ce dernier.
- La sélection des contraintes à appliquer et la gestion de leur importance (forte, moyenne ou faible) : afin de tester différents scénarios.
- La création de plan avec ses contraintes : cette partie utilise le solveur (l'algorithme) que nous avons choisi et que l'on aura adapté à nos besoins, il est nécessaire que le temps de calcul soit le plus raisonnable possible.
- L'exportation du plan logistique : pour une utilisation sur un logiciel de gestion quotidienne d'établissement (Hardis)

5.4 Critères d'acceptabilité et de réception

En premier lieu, le plan logistique doit respecter les positions et mouvements ergonomiques validés qui respectent la limite du travail humain et en parallèle respecte au mieux les objectifs de productivité de l'entreprise afin de remplir le nombre de commandes fixées.

A ce jour, il n'y a pas de critère officiel pour définir la qualité d'un plan logistique pour l'ergonomie, mais nous pouvons travailler les critères avec un ergonomiste comme Mme. Landry et nous renseigner sur les guides ergonomiques afin de faire un plan qui respecte les consignes ergonomiques. En complément, nous intégrons les critères d'ergonomie répertoriés dans l'aide-mémoire fourni par Mme. Landry.

6. Contraintes

6.1 Contraintes de coûts

Pour ce projet TER, nous n'avons pas de budget prévu. De ce fait, nous avons choisi un solveur et une base de données libres de droit et donc gratuits.

6.2 Contraintes de délais

Nous avons plusieurs contraintes de délais, liées à la formation et au développement du projet doctorat avec qui nous travaillons. Par conséquent, nous attendons la réalisation de critères par la doctorante ergonomiste et la récupération de données afin de développer notre projet.

Dans un premier temps, le cahier des charges version final devra être restitué le lundi 12 janvier 2026, soit une semaine avant la date de soutenance qui est le 19 janvier 2026. La date de fin de notre TER est fixée quant à elle au 18 juin 2026.

6.3 Contraintes matérielles

Le produit final ne nécessite qu'un matériel minimal pour fonctionner. Un ordinateur est indispensable pour exécuter l'outil, saisir les contraintes, générer les scénarios et exporter les résultats. Cet ordinateur doit disposer de performances suffisantes pour traiter les calculs du solveur de manière fluide, sans provoquer de ralentissements ou de dysfonctionnements.

6.4 Autres contraintes

En dehors des contraintes matérielles, plusieurs autres éléments doivent être pris en compte dans le cadre du projet :

1. Le respect des critères ergonomiques : Le produit devra garantir la conformité avec les exigences ergonomiques.
2. La conformité au RGPD (Règlement Général sur la Protection des Données) : L'utilisation des données de l'entreprise devra respecter les normes en matière de protection des données personnelles. Pour cela, nous utiliserons des données anonymisées pendant le développement du projet, et ces données seront supprimées à la fin du processus.
3. Contraintes temporelles : Le produit devra respecter un délai de calcul raisonnable pour

générer les plans, afin de répondre aux besoins de l'utilisateur dans un cadre opérationnel réaliste. Ces contraintes techniques et juridiques constituent des éléments essentiels à intégrer pour assurer la qualité et la conformité du produit final.

7. Déroulement du projet

7.1 Planification

Nous avons commencé ce projet par une phase d'introduction qui nous a permis de mieux comprendre ses objectifs et son contexte. Pour cela, nous avons d'abord fait plusieurs rendez-vous avec Mme. Landry. Ensuite, nous avons travaillé sur la création du cahier des charges. Ce document a été conçu pour clarifier et cadrer précisément les besoins fonctionnels et techniques. Après sa rédaction, nous allons présenter son contenu de manière orale, ce qui va nous permettre de valider les orientations prises et de répondre aux éventuelles interrogations des parties prenantes.

La phase en parallèle de la précédente a été dédiée à l'élaboration du cahier de recettes. Ce document est crucial pour garantir que toutes les fonctionnalités développées respectent les attentes initiales. Il définit les tests à effectuer et les résultats attendus pour chaque étape du projet, ce qui nous permet d'assurer une validation rigoureuse tout au long du processus.

Une fois ces bases posées, nous passerons au développement. Cette étape implique l'adaptation de l'algorithme existant aux besoins spécifiques identifiés lors des phases précédentes.

Nous prendrons également soin de rédiger un guide utilisateur dans le cadre de la phase de documentation. Ce guide a pour objectif de faciliter la prise en main de l'outil, en proposant des explications claires et accessibles sur son fonctionnement.

Dans un deuxième temps, nous avons analysé l'outil actuellement utilisé par DPC. Nous nous sommes aussi renseignés sur les bases de données que nous pouvons utiliser pour ce projet ainsi que sur les solvers.

Enfin, le projet se conclura par une présentation finale. Ce moment sera l'occasion de montrer les résultats obtenus, de partager les solutions mises en place et de discuter des perspectives d'utilisation future avec le commanditaire et les autres parties intéressées.

Pour résumer cela, voici le tableau récapitulatif des étapes du projet :

Phases	Etapes
Introduction du projet	<ul style="list-style-type: none"> - Découverte du projet. - Mise en place de la gestion de projet et de l'organisation générale. - Prise de contact avec Responsable du projet - Analyse de l'outil actuel du DPC - Tests de solveurs existants - Choix de la base de données.
Création du Cahier des Charges Création du Cahier de recettes	<ul style="list-style-type: none"> - Cahier des charges. - Présentation orale. - Cahier de recettes.
Création du Plan de Développement	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de développement.
Développement	<ul style="list-style-type: none"> - Création de la base de données et de son architecture. - Adaptation de l'algorithme.
Documentation	<ul style="list-style-type: none"> - Guide utilisateur.
Présentation	<ul style="list-style-type: none"> - Présentation finale.

7.2 Ressources

Tout d'abord, Mme. Landry nous a transmis des données précises sur le logiciel déjà utilisé et les guides ergonomiques. Ces informations ont été cruciales pour comprendre les plans logistiques déjà utilisés, la structure d'un établissement, et des consignes ergonomiques. Elles constituent une base solide pour tester notre outil dans des conditions réalistes. Ces contraintes devront être intégrées dans l'algorithme afin encore une fois de tester notre outil avec des données concrètes et dont la quantité

est réaliste.

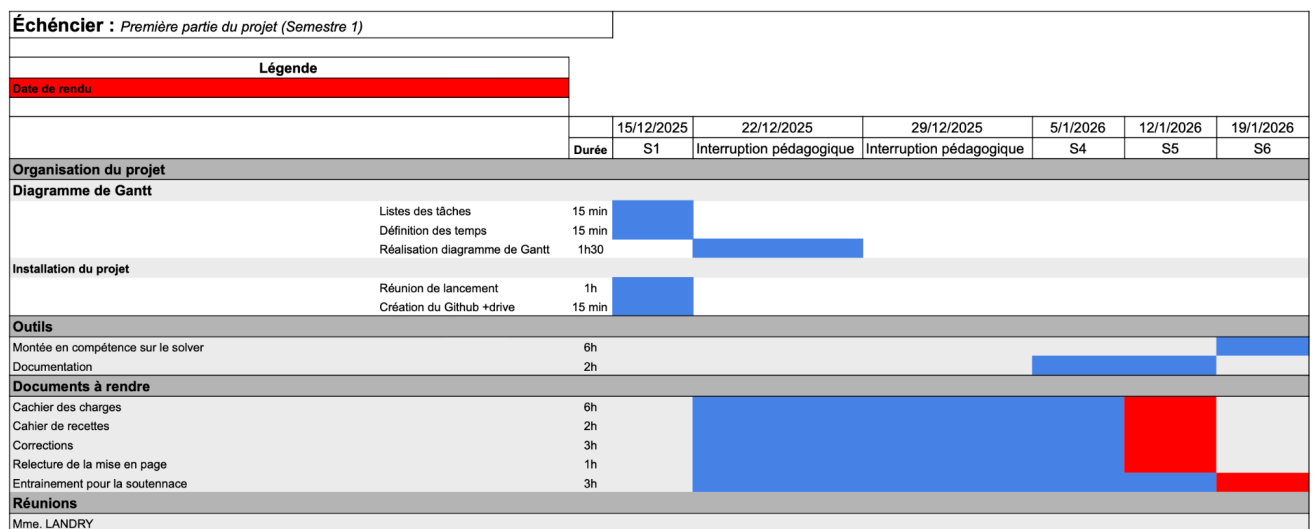
Ces éléments nous aideront à concevoir une solution compatible avec les pratiques existantes et à simplifier une éventuelle transition.

8. Annexes

1. Gestion de projet

a. Diagramme de Gantt

Première partie du projet (Semestre 1) :



Seconde partie du projet (Semestre 2) :

Échéancier : Première partie du projet (Semestre 2)															
Légende															
Date de rendu															
	Durée	26/1/2026 S1	2/2/2026 S2	9/2/2026 S3	16/2/2026 Interruption pédagogique	23/2/2026 S5	2/3/2026 S6	9/3/2026 S7	16/3/2026 S8	23/3/2026 S9	30/3/2026 S10	6/4/2026 Interruption pédagogique	13/4/2026 S12	20/4/2026 S13	27/4/2026 S14
Organisation du projet															
MAJ Diagramme de Gantt	15 min														
MAJ Git hub	15 min														
MAJ Organisation projet	30 min														
MAJ Drive	15 min														
Bases de données															
Montée en compétence sur l'outil de base de données		4h													
Création de la base de données															
	Récupérer des données	2h													
	Création de la base de données	2h													
	MAJ de la structure	3h													
Test de la base de données															
	Définition de scénarios test	2h													
	Import des test dans la base de données	2h													
	Documentations des résultats	2h													
Solver															
Montée en compétence sur le solver (suite)		4h													
Adapter le solver aux contraintes															
	Contraintes obligatoires	3h													
	Contraintes optionnelles	2h													
	MAJ suivant des tests	3h													
	Optimisation	3h													
Tests															
	Définition de scénarios test	2h													
	Réalisation de tests	2h													
	Documentations des résultats	2h													
Réunions															
Mme Landry	?														

	Durée	4/5/2026 S15	11/5/2026 S16	18/5/2026 S17	25/5/2026 S18	1/6/2026 S19	8/6/2026 S20	15/6/2026 S21	22/6/2026 S22	29/6/2026 S23
Organisation du projet										
MAJ Diagramme de Gantt	15 min									
MAJ Git hub	15 min									
MAJ Organisation projet	30 min									
MAJ Drive	15 min									
Bases de données										
Montée en compétence sur l'outil de base de données										
Création de la base de données										
	Récupération des données									
	Création de la base de données									
Test de la base de données	MAJ de la structure									
	Définition de scénarios test									
	Import des test dans la base de données									
	Documentation des résultats									
Solver										
Montée en compétence sur le solver (suite)										
Adapter le solver aux contraintes										
	Contraintes obligatoires									
	Contraintes optionnelles									
	MAJ suivant des tests									
Tests	Optimisation									
	Définition de scénarios test									
	Réalisation de tests									
	Documentation des résultats									
Réunions										
Mme Landry	?									

9. Glossaire

Algorithme : Dans le cadre du projet, il s'agit d'un solveur utilisé pour générer des emplois du temps optimisés en fonction de contraintes.

Base de données : Ensemble organisé de données stockées électroniquement, utilisé pour centraliser les informations nécessaires à la génération des emplois du temps.

Cahier des charges : Document décrivant les besoins fonctionnels et techniques du projet pour cadrer son développement.

Cahier de recettes : Document définissant les tests à effectuer et les résultats attendus pour valider les fonctionnalités développées.

Commanditaire : Personne à l'origine de la demande de projet, responsable de suivre son développement et d'orienter les équipes. Ici, Mme Landry Aurélie joue ce rôle.

Contraintes : Règles ou conditions à respecter dans la création des emplois du temps. Elles peuvent être fortes (obligatoires) ou faibles (préférentielles).

Contrainte forte : Condition incontournable pour générer un emploi du temps (ex. : respect des horaires d'ouverture et de fermeture de l'établissement).

Contrainte faible : Préférence qui améliore la qualité d'un emploi du temps sans être obligatoire (ex. : réduction des heures de permanence).

Ergonomie : Caractéristique des interfaces visant à simplifier leur utilisation et à les rendre accessibles à tous, indépendamment du niveau de compétence technique.

RGPD (Règlement Général sur la Protection des Données) : Régulation européenne visant à protéger les données personnelles des utilisateurs.

Solveur : Algorithme chargé de résoudre le problème d'optimisation des emplois du temps en tenant compte des contraintes définies.

Scénarios de contraintes : Ensembles de contraintes spécifiques définis pour tester différentes hypothèses et configurations d'emploi du temps.

TER (Travail Encadré de Recherche) : Projet universitaire concret réalisé dans le cadre de la formation, incluant une phase de recherche et une phase de développement.

Conception généralisée : Approche visant à rendre l'outil adaptable à plusieurs établissements scolaires, au-delà du collège initialement étudié.

Contraintes matérielles : Ressources techniques nécessaires pour faire fonctionner l'outil, comme un ordinateur avec des performances minimales.

Contraintes temporelles : Délais liés à la réalisation du projet ou à l'utilisation du produit dans un cadre pratique.


10. Références

Les références bibliographiques apportant des informations complémentaires :

- Cahier de recette :
 - Version 1.02, datée du 12 janvier 2025.
 - Documents contenant les scénarios de tests, les critères de validation, et les modalités de vérification de la qualité du logiciel.

- Plan de Développement :
Version 1.01, datée du 12 janvier 2025.
 - Document décrivant l'organisation, les méthodes, et les outils utilisés pour la réalisation du projet.

- [LPG](#) : Spécifications et détails d'implémentation du solveur utilisé.
- [PDDL4J's documentation!](#) : Référentiel technique pour le solveur ILog CPLEX.

- Liens vers les outils collaboratifs du projet :
 -  [TER Andrea BEHAR & Anesie MARTINIANI](#) : Documents centralisés du projet (Google Drive).
 - [GitHub](#): Dépôt pour le code source et les contributions.