



IND8774 - Théorie de la décision

Automne 2022

TP2

Par

1949477 - Ming Xiao Yuan

1955913 - Andi Podgorica

1947025- Cassy Charles

1947611 - Sébastien Bourbonnais

1931624 - Yannick Rousseau

1949635 - Noursen Houdhek

Équipe 09

Soumis à : Hermann Noubissié

4 octobre 2022

Table des matières

Identification du problème	3
1.1 Description de l'entreprise	3
1.1.1 Présentation de l'entreprise, activités principales et mandat	3
1.1.2 Rôle des gestionnaires dans la prise de décision	3
1.1.4 Profil des quatre fournisseurs retenus	5
1.2 Collecte d'informations	9
1.2.1 Décomposition du problème en structure hiérarchique	9
1.2.2 Matrice de comparaison par paire de l'importance des critères et sous-critères	9
1.2.3 Matrice de comparaison par paire des options pour chaque critère ou sous-critère	13
1.3 Difficultés rencontrés	13
Construction d'un logiciel d'aide à la décision pour un choix multicritère avec la méthode AHP	13
2.2 Enseignements tirés	19
Bibliographie	20

1. Identification du problème

1.1 Description de l'entreprise

1.1.1 Présentation de l'entreprise, activités principales et mandat

Tout d'abord, l'entreprise Électrique Lion est un manufacturier qui innove des véhicules lourds à émission zéro de gaz à effet de serre. En effet, ils pensent, conçoivent et fabriquent des autobus, minibus et des camions commerciaux urbains 100% électriques. Lion Électrique est une entreprise québécoise qui est leader dans l'électrification des transports en Amérique du Nord. Ils croient profondément que l'électrification des transports est un facteur important pour l'amélioration de la société, de l'environnement et de la qualité de vie. Afin d'augmenter ses capacités de production, Électrique Lion a annoncé la construction de sa nouvelle usine de fabrication à Joliet, États-Unis, faisant plus de 900 000 pieds cubes. [1]

En se basant sur cette nouvelle construction, ce document présent va présenter la rétention de quatre fournisseurs pour la mise en place de l'usine. Pour ce faire, une collecte d'informations sera présentée nous permettant la mise en œuvre de la méthode AHP.

1.1.2 Rôle des gestionnaires dans la prise de décision

Les gestionnaires ont un rôle très important quand vient le temps de prendre une prise de décision, comme par exemple de choisir le meilleur fournisseur pour la construction d'une usine. Alors, dans la construction de l'usine, les gestionnaires de plusieurs domaines se basent sur différents critères afin de prendre le bon choix par rapport aux critères pertinents. L'objectif est donc de prendre une bonne décision en évaluant plusieurs solutions tout en se basant sur des critères.

- Gestionnaire en génie industriel
Tout d'abord, le gestionnaire en génie industriel se basera sur un critère important, celui des coûts générés par la construction de l'usine.
- Gestionnaire en génie civil:
Ensuite, le gestionnaire en génie civil prendra en compte les critères environnementaux en lien avec la construction de l'usine.
- Gestionnaire des opérations:
Le gestionnaire des opérations se basera sur les critères tels que l'expérience ainsi que l'engagement pour la construction de l'usine d'Électrique Lion.

1.1.3 Définition et justification des critères et sous-critères

Pour la réalisation de ce projet, quatre critères ont été ciblés afin de choisir le fournisseur approprié afin d'utiliser la méthode AHP. De plus, chaque critère possède des sous-critères. Ils sont démontrés ci-dessous:

- Coûts
 - Coût des matériaux
 - Taux horaire des employés
 - Environnement
 - Gestion des déchets
 - Utilisation de matériaux respectant l'environnement
 - Distance du site de construction en Km
 - Expérience
 - Années d'expertise en construction de bâtiments industriels
 - Nombre de projets antérieurs similaires réussis
 - Engagement
 - Respect de l'échéancier
 - Satisfaction des clients par rapport à la qualité du bâtiment construit
- Le premier critère est les coûts engendrés par la construction de l'usine. Ce critère comporte deux sous-critères, le coût des matériaux ainsi que le taux horaire des employés. En effet, ce critère est important car le coût des matériaux ainsi que le salaire horaire des travailleurs chez les quatre fournisseurs auront un grand impact sur le prix final du projet. Bien entendu, Électrique Lion veut faire le plus d'économies possibles, donc il est important de choisir le fournisseur qui offrira des coûts moindres pour la construction de l'usine.
 - Le second critère est l'environnement car il est important de choisir un fournisseur qui s'implique dans le développement durable. L'environnement se caractérise par trois sous-critères dont la gestion des déchets, l'utilisation de matériaux respectant l'environnement ainsi que la distance qu'est situé le fournisseur par rapport à l'usine. Comme Électrique Lion a pour mission d'améliorer la société, l'environnement et la qualité de vie en offrant des véhicules lourds électriques, il est important que le fournisseur qui présente le moins d'impact sur l'environnement soit retenu. La construction d'une usine de 900 000 pieds cubes va générer beaucoup de déchets, alors il est important de choisir un fournisseur qui est leader dans la récupération et le recyclage de ces derniers. De plus, le fournisseur doit proposer des matériaux non toxiques pour l'environnement ainsi que des matériaux recyclables ou faits à partir de matières recyclées. Aussi, il est important que l'usine soit proche du fournisseur car non

seulement cela facilite les rencontres en personne pour discuter du projet, mais cela limite les longs déplacements entre employés qui pourraient polluer.

- Le troisième critère pour la sélection d'un fournisseur est l'expérience. En effet, il est important de choisir un fournisseur qui a de l'expérience dans le domaine de la construction d'une usine. Les sous-critères sont les années d'expertise en construction de bâtiments industriels ainsi que le nombre de projets antérieurs similaires réussis. Effectivement, une compagnie qui a beaucoup d'années d'expérience dans le domaine et qui a réussi plusieurs projets, dont des constructions d'usines, démontre son sérieux et sa longévité, mais aussi son professionnalisme par rapport à l'expérience client.
- Le dernier critère est le respect de l'engagement du fournisseur vis-à-vis du client. En effet, Électrique Lion a comme objectif de sortir la ligne de production des véhicules lourds électriques dans la seconde moitié de 2022. Alors, le fournisseur doit respecter l'échéancier, c'est-à-dire la construction de l'usine dans les délais prévus et ne pas avoir de retard. Le retard dans la construction de l'usine causerait des pertes financières importantes pour Électrique Lion. Aussi, le fournisseur doit respecter le sous-critère de la satisfaction du client par rapport à la qualité du bâtiment construit. Effectivement, le bâtiment doit être construit selon les dernières technologies et être viable pendant plusieurs années sans avoir besoin de majeures rénovations.

1.1.4 Profil des quatre fournisseurs retenus

Walsh Group

Walsh Group est une entreprise familiale de quatrième génération fondée en 1898 possédant ainsi plus d'un siècle d'expertise dans le domaine de la construction des bâtiments industriels. L'entreprise accompagne ses clients à travers les différentes phases de projet de construction en leur offrant une panoplie de services gérés avec une haute discipline. Walsh Groupe s'occupe ainsi des premières étapes de financement jusqu'à l'opération optimale des installations minimisant ainsi la consommation d'énergie et des émissions. [2]

Avec ses nombreuses années d'expérience, l'entreprise est considérée parmi les leaders de l'industrie dans divers secteurs (projets résidentiels, laboratoires, usines chimiques, centrales électriques, etc.) en ayant plusieurs réalisations géantes dans leurs palmarès. Selon le Engineering News-Record, Walsh group est classé comme le plus grand constructeur de ponts aux États-Unis. De plus, ils ont réalisé plus de 300 projets de conception-construction totalisant plus de 10 milliards de dollars. [3]

Walsh Group est également présent dans les plus grandes villes d'Amérique du nord avec 21 bureaux régionaux dont un à Chicago à 62 kilomètres de l'usine d'Électrique Lion situé à Joliet.

De plus, cette grande compagnie possède beaucoup d'expérience dans l'utilisation de pratiques de construction écologiques aidant ses clients à créer des installations respectueuses de l'environnement. En effet, le Walsh Group est actuellement répertorié comme le plus grand constructeur de stations d'épuration des eaux usées, ainsi que le troisième plus grand constructeur d'installations d'assainissement et de traitement des déchets solides selon Engineering News-Record. [4]

Turner Construction Company

Henry Chandlee Turner a fondé Turner Construction Company en 1902 à New York aux États-Unis. De nos jours, Turner est devenue une entreprise internationale offrant des services de construction dans différents segments du marché. Turner Construction Company possède un effectif de 10 000 employés et réalise chaque année 12 milliards de dollars en construction sur 1500 projets. Pour ce qui est des projets en construction de bâtiments industriels similaires, il en ont construit plus de 215. [5]

Turner Construction Company offre à ses clients un soutien continu et des ressources qui emploient des technologies innovantes de plus, l'entreprise est considérée comme un constructeur écologique suite à l'engagement formel pris il y a 15 ans. Turner est reconnu un leader dans la construction écologique avec plus de 1200 projets respectant ces normes. [6] En outre, cette grande compagnie est située à 80,3 Km de distance de l'endroit où Électrique Lion désire construire l'usine.

De plus, la compagnie a pu détourner trois millions de tonnes de déchets de construction des sites d'enfouissement et on pu réduire leurs impact environnemental avec des programmes tels que l'enquête annuelle Turner Green Zone.

En revanche, en février 2018, des enquêteurs du bureau du procureur du district de Manhattan ont commencé à s'intéresser à Turner Construction et Bloomberg LP pour des soupçons de fraude dans le domaine de la construction par des employés de chaque entreprise et 22 sous-traitants. Il y avait une conspiration, des pots-de-vin et des dessous-de-table impliqués qui se sont produits entre 2010 et 2017 ce qui a grandement impacté la réputation de la compagnie. [7]

Clayco

Clayco est une société spécialisée dans l'immobilier, l'architecture, l'ingénierie, la conception-construction et la construction. D'abord, Clayco a été créée le 23 juillet 1984 par Bob Clark. Au cours de la première année, la société a réalisé un chiffre d'affaires de 1,2 million de dollars, puis a connu une croissance spectaculaire pour atteindre un chiffre d'affaires de plus de 4,9 milliards de dollars en 2021 et plus de 2 800 employés aux États-Unis. [8]

Cette grande compagnie fournit à ses clients à travers l'Amérique du Nord des solutions de la plus haute qualité, dans le respect des délais et du budget. Clayco est l'une des plus grandes sociétés privées aux États-Unis dans le domaine de la construction.

De plus, Clayco est la compagnie qui est désignée par Amazon pour la construction de ses centres industriels à travers les États-Unis. D'autre part, cette grande compagnie a réalisé 96 projets de développement durable et se classe comme le sixième constructeur mondial en termes d'environnement durable. Ils s'engagent à respecter le défi 2030, qui est une initiative pour rendre tous les nouveaux bâtiments et rénovations neutres en carbone d'ici 2030 afin d'éviter les effets du changement climatique causés par le secteur du bâtiment.[9] En outre, Clayco est une compagnie qui possède des installations à Chicago, Illinois, à 82,4 km) de Joliet, là où est située l'endroit de construction de l'usine d'Électrique Lion.

Pepper

La compagnie Pepper Construction a été créée en 1927 par Stanley F. Pepper. Tout d'abord, c'était une compagnie qui faisait la construction de petits garages pour des maisons. En 1937, Pepper a commencé à construire des maisons et a vraiment connu son boom économique en 1956 dû à la grande demande de construction de l'immobilier. En 1958, ils ont commencé la construction de bâtiments industriels. Aujourd'hui, cette compagnie comporte plus de 811 employés et occupe actuellement la quatrième place parmi les soumissions d'entrepreneurs avec 1,25 milliard de dollars de revenus régionaux.[10]

De plus, Pepper est une compagnie dédiée aux projets en énergie renouvelable. C'est une compagnie dont ses principales valeurs sont basées sur l'environnement, la qualité de l'air, la pollution et la gestion des déchets. Ils ont de multiples certifications, dont celle de "Consultant certifié en environnement intérieur". Aussi, ils sont également des membres actifs du North American Board of Certified Energy Practitioners (NABCEP), de Green Building Solar Installation (GBSI) et de Women of Renewable Industries and Sustainable Energy (WRISE). Pour chaque projet de construction fait par Pepper, il y a une réduction de carbone émise car ils utilisent du béton infusé au CO2. Ces mélanges spécialisés offrent la plus grande possibilité de réduire l'empreinte carbone globale d'un bâtiment. [11] En outre, Pepper est situé à 81,5 Km de l'endroit où l'usine d'Électrique Lion va être construite, ce qui n'est pas très loin afin de permettre une proximité pour les déplacements ou les rencontres en personne.

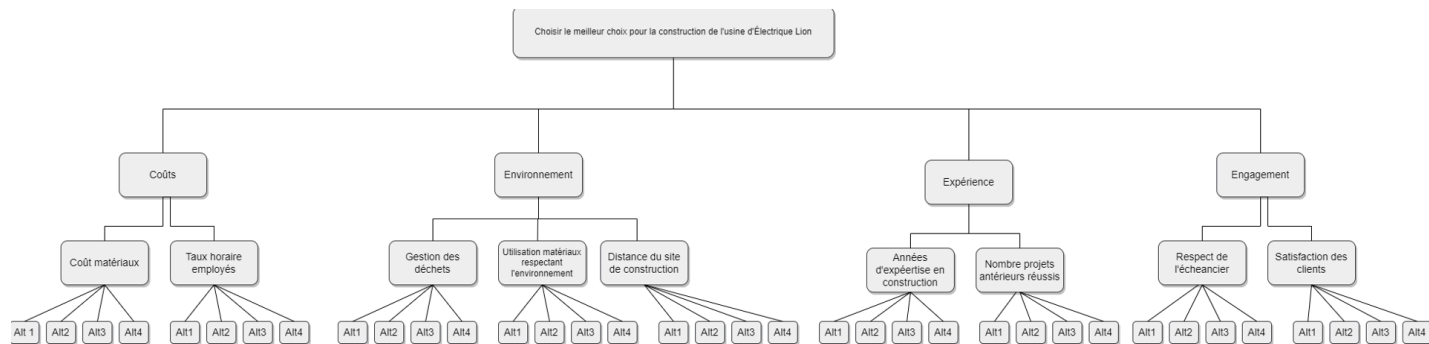
Tableau 1.1 : Profil des fournisseurs

Critères	Sous-critères	Walsh Group	Turner	Clayco	Pepper Construction
1.Coûts	1.1 Coût des matériaux	Moyen-Fort	Moyen	Faible	Fort
	1.2 Taux horaire des employés	Faible	Fort	Moyen	Moyen-Fort
2.Environnement	2.1 Gestion des déchets	Fort	Faible	Moyen-Fort	Très fort
	2.2 Utilisation de matériaux respectant l'environnement	Fort	Moyen-Fort	Moyen	Très fort
	2.3 Emplacement - distance avec le site de construction en Km	62	80,3	82,4	81,5
3.Expérience	3.1 Années d'expertise (bâtiments industriels)	124	120	38	64
	3.2 Nombre de projets antérieurs de construction réussis	300	215	120	200
4.Engagement	4.1 Respect de l'échéancier	Très fort	Moyen-Fort	Fort	Moyen
	4.2 Satisfaction des clients par rapport à la qualité du bâtiment construit	Très fort	Moyen	Faible -Moyen	Fort

1.2 Collecte d'informations

1.2.1 Décomposition du problème en structure hiérarchique

Figure 1: Représentation des quatre niveaux



D'abord, nous avons quatre niveaux, allant de 0 à 3. Le niveau 0 représente l'objectif cible, dans notre cas cela serait de choisir la meilleure solution pour la construction de la nouvelle usine. Quant au niveau 1, il représente les critères, dans notre cas cela serait les coûts, l'environnement, l'expérience et l'engagement. D'autre part, le niveau 2 représente les sous-critères, dont nous avons détaillé plus haut dans 1.1.3. Finalement, le niveau 3 représente les quatre fournisseurs, donc les alternatives.

1.2.2 Matrice de comparaison par paire de l'importance des critères et sous-critères

La matrice de comparaison de l'importance par pair des critères et sous-critères a été construite selon un échelle de comparaison. Cette échelle permet de classer un critère par rapport à un autre. Le tableau 1.2 montre cette échelle.

Tableau 1.2 : Échelle de comparaison des critères (tiré de l'exemple de moodle)

Échelle verbale	Échelle numérique
1	Importance égale des deux éléments

3	Un élément est un peu plus important que l'autre
5	Un élément est plus important que l'autre
7	Un élément est beaucoup plus important que l'autre

À noter que les pondérations 2,4 et 6 servent de valeurs intermédiaires pour être plus précis. En utilisant l'échelle numérique, la matrice de comparaison des critères est donc déterminé dans le tableau suivant :

Tableau 1.3 : Tableau de comparaison des critères

	C1	C2	C3	C4
C1	1	5	4	3
C2	1/5	1	1/2	1/4
C3	1/4	2	1	1/3
C4	1/3	4	3	1

Le critère C1, soit le coût est le critère prédominant car le plus bas soumissionnaire conforme sera toujours priorisé pour l'obtention d'un contrat. Le critère C2, soit l'environnement, est celui qui est jugé le moins important. Certes il est important, mais a un poids moins grand que les autres critères. Le critère C3, soit l'expérience du fournisseur est un peu plus important que l'environnement, mais moins important que l'engagement et encore moins important que le coût. Le critère C4, soit l'engagement est le deuxième critère le plus important derrière le coût. Les éléments diagonales de la matrice sont égaux, car un même critère a une importance égale.

Pour chaque critère, une évaluation du poids des sous-critères est effectuée.

Tableau 1.4 : Tableau de comparaison des sous-critères du critère 1

C1	1.1	1.2
----	-----	-----

1.1	1	3
1.2	1/3	1
Somme	1,33	4

Le tableau présente le poids de chaque sous-critère de l'élément de coût. Le sous-critère 1.1 correspond au prix des matériaux et le 1.2 le taux horaire des employés de la compagnie. Le prix des matériaux pour un projet de cet ampleur a un plus grand impact sur le coût que le taux horaire des employés. C'est pourquoi le critère 1.1 a un poids un peu plus important que le critère 1.2. Le choix des matériaux a un impact direct sur la durée de l'ouvrage.

Tableau 1.5 : Tableau de comparaison des sous-critères du critère 2

C2	2.1	2.2	2.3
2.1	1	1/3	5
2.2	3	1	7
2.3	1/5	1/7	1
Somme	4,2	1,47	13

La tableau ci-haut présente le poids des sous-critères lié à l'environnement. Le sous-critère 2.1 correspond à la gestion des déchets, le 2.2 à l'utilisation des matériaux respectant l'environnement et le 2.3 à la distance de l'entreprise avec le site de construction en km. Le tableau montre ainsi que le poids de la gestion des déchets est un peu moins important que la disposition des déchets suite aux travaux effectués, mais plus important que la distance entre le site du projet et l'entreprise. L'utilisation des matériaux respectant l'environnement est donc le plus important, car une grande quantité de matériaux sont fabriqués dans le cadre du projet et au niveau de l'environnement c'est un élément incontournable. La gestion des déchets est aussi un élément important, il est de son devoir que le fournisseur envoie les déchets vers des sites de disposition appropriés. Par contre, pour la construction de l'usine, l'utilisation de matériaux verts reste tout de même un aspect peu plus important. Le sous-critère ayant un poids moindre est la distance entre le fournisseur et l'emplacement de l'usine. Certes, le kilométrage a un impact sur l'environnement, mais il s'agit d'un impact temporaire qui a un impact seulement lors de la phase de construction de l'usine. Donc, le sous-critère 3 a un poids plus faible que les deux autres.

Pour ce qui est du critère 3, soit l'expérience des fournisseurs, le tableau suivant présente la relation entre les sous-critères.

Tableau 1.6 : Tableau de comparaison des sous-critères du critère 3

C3	3.1	3.2
3.1	1	1/3
3.2	3	1
Somme	4	1,33

Le sous-critère 3.1 représente les années d'expertise (bâtiments industriels) et le 3.2 le nombre de projets antérieurs de construction d'usines manufacturières réussies. Le nombre de projets antérieurs effectués dans le même secteur reste un peu plus important, car c'est un critère plus concret que le nombre d'années d'expertise. Un projet antérieur effectué permet donc de tirer plus de conclusions sur un fournisseur que le nombre d'années d'expertise.

Du côté du critère 4, soit l'engagement des fournisseurs, le tableau suivant présente la relation entre les sous-critères.

Tableau 1.7 : Tableau de comparaison des sous-critères du critère 4

C4	4.1	4.2
4.1	1	1/2
4.2	2	1
Somme	3	1,5

Le sous-critère 4.1 représente respect de l'échéancier du fournisseur par rapport à des projets antérieurs effectués et le 4.2 la satisfaction des clients par rapport à la qualité du bâtiment construit. Bien que l'échéancier soit un critère important dans le cadre de la construction d'un bâtiment, la satisfaction du client demeure un critère un peu plus important. Si le bâtiment est fait à l'intérieur des délais, mais que le fournisseur n'est pas capable de fournir un ouvrage satisfaisant face aux plans et devis, le client n'est pas plus avancé. C'est donc pourquoi on considère un peu plus importante la satisfaction des clients que le respect de l'échéancier.

1.2.3 Matrice de comparaison par paire des options pour chaque critère ou sous-critère

1.3 Difficultés rencontrés

Dans le cadre de ce travail, il y a eu quelques difficultés rencontrées par l'équipe. D'un côté, l'élaboration d'un poids pour chaque critère et sous-critères était parfois pas évident. Parfois, la ligne est fine entre deux critères et il était plus difficile d'accorder un poids précis vis-à-vis d'un autre critère sur une échelle numérique. Des hypothèses ont donc dû être prises pour être en mesure de prendre des décisions et différencier l'importance des sous-critères. De plus, pour chaque critère choisi, il fallait ainsi trouver de l'information concernant les quatre fournisseurs choisis. L'information n'était pas évidente à trouver et il fallait donc effectuer beaucoup de recherches pour trouver une quantité assez maigre d'informations.

2. Construction d'un logiciel d'aide à la décision pour un choix multicritère avec la méthode AHP

Dans cette section, nous avons fait des tableaux de comparaison des alternatives pour chaque sous-critères. Ceux-ci sont accompagnés d'un ratio de cohérence qui permet d'assurer la cohérence des données.

Tableau 2.1 : Tableau de comparaison des alternatives pour le sous-critère 1.1 - Coût des matériaux

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Alt. 1	1	1/2	1/4	2
Alt. 2	2	1	1/3	3
Alt. 3	4	3	1	5
Alt. 4	1/2	1/3	1/5	1
Somme	7,5	4,83	1,78	11

Pour ce qui est du sous-critère des coûts des matériaux, on constate que l'alternative 3 se démarque des autres. En effet, Clayco possède le plus faible coût des matériaux et de loin. L'alternative 2, c'est-à-dire Turner Company se place en 2eme, avec un bon écart. La matrice possède un ratio de cohérence de 1,9%

ce qui est sous la limite de 10%. On peut alors affirmer que les résultats des alternatives sont cohérents entre eux.

Tableau 2.2 : Tableau de comparaison des alternatives pour le sous-critère 1.2 - Taux horaire des employés

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Alt. 1	1	5	3	4
Alt. 2	1/5	1	1/3	1/2
Alt. 3	1/3	3	1	2
Alt. 4	1/4	2	1/2	1
Somme	1,78	11	4,83	7,5

Pour ce qui est du sous-critère des taux horaire des employés, on constate que l'alternative 1 se démarque des autres. La compagnie Walsh Group est de loin celle qui a les plus faibles coûts en taux horaire. L'alternative 3 nommée Clayco se place en 2ème, mais ne se démarque pas autant. La matrice possède un ratio de cohérence de 1,9% ce qui est sous la limite de 10%. On peut alors affirmer que les résultats des alternatives sont cohérents entre eux.

Tableau 2.3 : Tableau de comparaison des alternatives pour le sous-critère 2.1 - Gestion des déchets

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Alt. 1	1	5	2	1/2
Alt. 2	1/5	1	1/4	1/6
Alt. 3	1/2	4	1	1/3
Alt. 4	2	6	3	1
Somme	3,7	16	6,25	2

Ensuite, pour le sous-critère de la gestion des déchets, on constate que l'alternative 4 se démarque beaucoup de l'alternative 2. La compagnie Pepper Construction est celle qui possède la meilleure gestion des déchets. Suivi de près par l'alternative 1 qui est Walsh Group. La matrice possède un ratio de cohérence de 2,5% ce qui est sous la limite de 10%. On peut alors affirmer que les résultats des alternatives sont cohérents entre eux.

Tableau 2.4 : Tableau de comparaison des alternatives pour le sous-critère 2.2 - Utilisation de matériaux respectant l'environnement

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Alt. 1	1	2	3	1/2
Alt. 2	1/2	1	2	1/3
Alt. 3	1/3	1/2	1	1/4
Alt. 4	2	3	4	1
Somme	3,83	6,5	10	2,08

Pour ce qui est du critère de l'utilisation de matériaux respectant l'environnement, on constate que l'alternative 4 se démarque des autres. La compagnie Pepper Construction est celle qui donne le plus d'importance au respect de l'environnement quand vient le temps de choisir des matériaux. Suivi de près par l'alternative 1 qui est Walsh Group. La matrice possède un ratio de cohérence de 1,1% ce qui est sous la limite de 10%. On peut alors affirmer que les résultats des alternatives sont cohérents entre eux.

Tableau 2.5 : Tableau de comparaison des alternatives pour le sous-critère 2.3 - Distance avec le site de construction en Km

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Alt. 1	1	5	7	6
Alt. 2	1/5	1	2	2
Alt. 3	1/7	1/2	1	1/2
Alt. 4	1/6	1/2	2	1
Somme	1,51	7	12	9,5

Pour ce qui est du critère de la distance avec le site de construction, on constate que l'alternative 1 se démarque grandement des autres. La compagnie Walsh Group est celle qui aura le moins de déplacements à faire lors du transport de tout ce qui est relié à la construction. Suivi de très loin par

l'alternative 2 qui est Turner Company. La matrice possède un ratio de cohérence de 2,7% ce qui est sous la limite de 10%. On peut alors affirmer que les résultats des alternatives sont cohérents entre eux.

Tableau 2.6 : Tableau de comparaison des alternatives pour le sous-critère 3.1 - Années d'expertise

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Alt. 1	1	2	7	4
Alt. 2	1/2	1	6	3
Alt. 3	1/7	1/6	1	1/4
Alt. 4	1/4	1/3	4	1
Somme	1,89	3,5	18	8,25

Pour ce qui est du critère des années d'expertise, on constate que l'alternative 1 se démarque beaucoup de l'alternative 3 et 4. La compagnie Walsh Group est celle qui a le plus d'expérience en termes d'année. Suivi de près par l'alternative 2 qui est Turner Company. La matrice possède un ratio de cohérence de 3,8% ce qui est sous la limite de 10%. On peut alors affirmer que les résultats des alternatives sont cohérents entre eux.

Tableau 2.7 : Tableau de comparaison des alternatives pour le sous-critère 3.2 - Nombre de projets antérieurs de construction réussis

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Alt. 1	1	3	7	4
Alt. 2	1/3	1	4	2
Alt. 3	1/7	1/4	1	1/4
Alt. 4	1/4	1/2	4	1
Somme	1,73	4,75	16	7,25

Pour ce qui est du nombre de projets antérieurs de construction réussis, on constate que l'alternative 1 se démarque des autres. En effet, on s'y attendait puisque la compagnie Walsh Group est celle qui a le plus d'années d'expertise. Suivi de l'alternative 2 qui est Turner Company. La matrice possède un ratio de

cohérence de 3,8% ce qui est sous la limite de 10%. On peut alors affirmer que les résultats des alternatives sont cohérents entre eux.

Tableau 2.8 : Tableau de comparaison des alternatives pour le sous-critère 4.1 - Respect de l'échéancier

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Alt. 1	1	3	2	4
Alt. 2	1/3	1	1/2	2
Alt. 3	1/2	2	1	3
Alt. 4	1/4	1/2	1/3	1
Somme	2,08	6,5	3,83	10

Ensuite, pour le sous-critère du respect de l'échéancier, on constate que l'alternative 1 se démarque des autres. La compagnie Walsh Group est celle qui, à travers tous ses projets, à su respecter le mieux ses échéanciers. Suivi de près par l'alternative 3 qui est Clayco. La matrice possède un ratio de cohérence de 1,1% ce qui est sous la limite de 10%. On peut alors affirmer que les résultats des alternatives sont cohérents entre eux.

Tableau 2.9 : Tableau de comparaison des alternatives pour le sous-critère 4.2 - Satisfaction des clients par rapport à la qualité du bâtiment construit

	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4
Alt. 1	1	4	5	2
Alt. 2	1/4	1	2	1/3
Alt. 3	1/5	1/2	1	1/4
Alt. 4	1/2	3	4	1
Somme	1,95	8,5	12	3,58

Pour finir, on constate que l'alternative 1 se démarque grandement des alternatives 3 et 4 pour le sous-critère de la satisfaction des clients par rapport à la qualité du bâtiment construit. La compagnie

Walsh Group est celle qui possède le meilleur taux de satisfaction des clients lorsqu'on parle de qualité de construction. Suivi de près par l'alternative 4 qui est Pepper Construction. La matrice possède un ratio de cohérence de 1,8% ce qui est sous la limite de 10%. On peut alors affirmer que les résultats des alternatives sont cohérents entre eux.

2.1 Analyse des résultats

Le tableau ci-dessous représente la matrice des performances relatives et le score multicritère de chaque alternative étudiée.

Matrice des performances relatives et score multicritère de chaque alternative				Poids relatifs des alternatives (PIAlt)			
Critère	Poids Critères (Pci)	Sous-Critères	Poids sous-critère (Pisc)	Alt.1-Walsh Group	Alt.2-Turner Company	Alt.3-Clayco	Alt.4 -Pepper Construction
C1 -Coût	0.53	1.1 Coût des matériaux	0.75	0.14	0.23	0.54	0.08
	0.53	1.2 Taux horaire des employés	0.25	0.54	0.08	0.23	0.14
C2-Environnement	0.08	2.1 Gestion des déchets	0.24	0.29	0.06	0.18	0.47
	0.08	2.2 Utilisation de matériaux respectant l'environnement	0.68	0.28	0.16	0.10	0.47
	0.08	2.3 Emplacement - distance avec le site de construction en Km	0.08	0.65	0.16	0.08	0.11
C3-Expérience	0.12	3.1 Années d'expertise (bâtiments industriels)	0.25	0.49	0.31	0.05	0.14
	0.12	3.2 Nombre de projets antérieurs de construction réussis	0.75	0.55	0.23	0.06	0.16
C4-Engagement	0.27	4.1 Respect de l'échéancier	0.33	0.47	0.16	0.28	0.10
	0.27	4.2 Satisfaction des clients par rapport à la qualité du bâtiment construit	0.67	0.49	0.13	0.08	0.31
				0.347	0.182	0.300	0.169

À partir de ce tableau on peut conclure l'ordre suivant des alternatives:

- En première position: Walsh Group
- En deuxième position: Clayco
- En troisième position: Turner Company
- En quatrième position: Pepper construction

En ayant calculé les performances relatives des quatre alternatives en considérant tous les critères établis dans les sections précédentes ainsi que les sous-critères, notre logiciel nous a également permis d'obtenir le score multicritère pour chacune des alternatives listées. Nous pouvons remarquer d'une façon générale que les scores obtenus sont approximativement du même ordre de grandeur. Particulièrement, une observation notable pourrait être faite quant aux deux premières alternatives où on remarque une différence de 4,7%. La 4ème alternative pourrait être considérée comme assez loin du lot vu qu'il y a une grande différence de 17,8% avec la première donc elle pourrait facilement être écartée.

Par conséquent, à la lumière de ces résultats, le choix devrait se porter en priorité sur Walsh Group qui a obtenu des poids relatifs plus avantageux que la concurrence pour la majorité des critères sauf le critère C1-Coût et précisément pour le sous-critère CS 1.1 le coût des matériaux ayant un poids relatif de seulement 0.14 (2e plus cher derrière Pepper Construction). Walsh Group est l'entreprise basée le plus près de la localisation du projet et possède un éventail de témoignages pour des projets réussis dans une

multitude de domaines ce qui prouve qu'ils sont polyvalents et ont une bonne expertise dans le domaine surtout en ayant les meilleurs indices d'expérience client.

Quant à Clayco construction, elle est également en tête de liste avec Walsh Group vu que la différence n'est pas très notable (4,7%) et se trouve principalement au niveau du critère de l'engagement (plus précisément au niveau de la satisfaction des clients) ainsi l'expérience. C'est la compagnie avec le moins d'expérience dans le domaine tant au niveau de la quantité de projets exécutés que des années d'expertise. Il reste à considérer puisque les critères relatifs aux coûts sont très intéressants. En effet, Clayco est la compagnie avec les meilleurs coûts de matériaux parmi les 4 fournisseurs. Le coût étant le critère le plus important, Clayco est donc un fournisseur à considérer.

Turner Company se trouve en troisième place avec un écart de 16.5% de la première position. Cette différence est assez considérable et est due principalement à l'engagement de l'entreprise et le côté environnement. Suite à ces nombreux scandales en termes de fraude, Turner Company n'a peut-être pas la meilleure expérience client parmi les alternatives présentées. Cependant si on considère le critère du coût des matériaux c'est une alternative qui reste intéressante. En revanche, Turner Company n'a pas réellement une stratégie en place pour la gestion des déchets, ils mentionnent dans leurs ressources publiques leur respect au principe du développement durable mais sans donner d'exemple concret, c'est pour cette raison qu'ils ont le plus faible poids pour le sous-critère 2.1.

Finalement, on trouve Pepper construction en dernière position car elle présente le plus faible score multicritère, soit 17,8% d'écart avec Walsh Group. Pepper construction est l'entreprise qui a le plus faible poids quant aux coûts des matériaux par rapport aux 4 alternatives. Le coût étant le critère le plus important avec un poids relatif de 53%, la compagnie n'est donc pas dans le coup pour être considérée comme un fournisseur intéressant. Mis à part de l'environnement, la compagnie ne se démarque pas de ses concurrents quant aux autres critères. C'est pourquoi elle se retrouve en dernière position selon l'évaluation de nos critères.

2.2 Enseignements tirés

3. Bibliographie

- [1] *Le choix brillant* (s. d.). Lion Électrique. Consulté le 2 octobre 2022, à l'adresse <https://thelionelectric.com/fr>
- [2] *We are The Walsh Group*(s. d.). Walsh Group. Consulté le 23 septembre 2022, à l'adresse <https://www.walshgroup.com/>
- [3] *Our Services*(s. d.). Walsh Group. Consulté le 23 septembre 2022, à l'adresse <https://www.walshgroup.com/ourservices.html#>
- [4] *Wastewater Treatment Plants*(s. d.). Walsh Group. Consulté le 23 septembre 2022, à l'adresse <https://www.walshgroup.com/ourexperience/water/wastewatertreatmentplants.html>
- [5] *Chicago*(s. d.). Turner. Consulté le 24 septembre 2022, à l'adresse <https://www.turnerconstruction.com/office-network/chicago>
- [6] *Design+Build*(s. d.). Turner. Consulté le 24 septembre 2022, à l'adresse <https://www.turnerconstruction.com/experience/design-build>
- [7] Klasfeld, Adam. (2021, mars 3). *Turner Construction Caught Up In New York City Cost Dispute* ENR.
<https://www.enr.com/articles/1516-turner-construction-caught-up-in-new-york-city-cost-dispute>
- [8] *Our Projects*(s. d.). Clayco. Consulté le 24 septembre 2022, à l'adresse <https://claycorp.com/>
- [9] *Happy Earth Day 2022*(s. d.). Clayco. Consulté le 24 septembre 2022, à l'adresse <https://claycorp.com/sustainable-results-2022>
- [10] Yoders, Jeff. (2019, mai 17). *Pepper Construction is Midwest Contractor of the Year* ENR.
<https://www.enr.com/blogs/10-midwest-musings/post/46894-pepper-construction-named-midwest-contractor-of-the-year#:~:text=Pepper%20currently%20sits%20fourth%20among,2018%20Midwest%20Top%20Contractors%20list>.
- [11] *Environmental Technologies*(s. d.). Pepper Construction. Consulté le 24 septembre 2022, à l'adresse <https://www.pepperconstruction.com/approach/environmental-technologies>