



Nathanaël ATTIA
Promotion 60

Réalisation d'une formation de la conduite des réseaux de froid urbain de la ville de Paris

Travail de Fin d'Etude
CLIMESPACE (ENGIE)
Département production



Sous la direction de M. Ludovic MULLIER
Sous le tutorat de M. Daniel LE RALLEC
Février 2021 – Juillet 2021
Ecole des Ingénieurs de la Ville de Paris

TABLE DES MATIERES

THESAURUS.....	3
Glossaire	3
Remerciements	4
Introduction	5
Chapitre 1 - L'organisme d'accueil	6
1. CLIMESPACE, le réseau de froid urbain de Paris.....	6
1. 1. Qui est CLIMESPACE ?.....	6
1. 2. Principe du rafraîchissement CLIMESPACE	6
2. Une entreprise ambitieuse et innovante.....	7
3. Le département de la production	9
Chapitre 2 - La mission.....	11
1. Un constat	11
2. Un objectif.....	12
3. Un contexte particulier	14
Chapitre 3 - La méthode	15
1. Une chronologie établie.....	15
1. 1. Etapes principales	15
1. 2. Etapes complémentaires	16
2. Rechercher pour transmettre.....	17
3. Le processus de validation.....	18
Chapitre 4 - Resultats.....	19
1. Un contenu riche.....	19
1. 1. Le document écrit	19
1. 2. Le support de présentation.....	21
1. 3. Le questionnaire	23
1. 4. Récapitulatif du déroulé	24
2. Adapter le discours au public	24
3. Les premiers retours d'expérience.....	26
3. 1. Retours globaux.....	26
3. 2. La première formation officielle	28
3. 3. Validation par le directeur des opérations	31
3. 4. Retour d'expérience personnel	31
Chapitre 5 - Limites et perspectives d'évolution	33
1. Une opportunité pour l'entreprise ?.....	33
2. Le biais du formateur.....	33

3.	Un formateur pour une formation.....	35
4.	La considération des techniciens	36
	Conclusion.....	38
	Bibliographie	39
1.	Ressources générales	39
2.	Sources des figures	39
	Annexe 1. Consignes du questionnaire	40
	Annexe 2. Résultats du questionnaire de la formation officielle	41

TABLE DES ILLUSTRATIONS

	Figure 1. Carte du réseau de froid de Paris, conduit et maintenu par CLIMESPACE... 6	
	Figure 2. Schéma de principe du réseau de froid urbain	7
	Figure 3. Poste de livraison d'un client abonné CLIMESPACE	7
	Figure 4. Ilots de chaleur et augmentation de la température à Paris.....	8
	Figure 5. Le phénomène d'ilots de chaleur touche la plupart des villes et pousse à investir dans les climatiseurs comme ici, en Chine.....	8
	Figure 6. Organigramme partiel du département de la production.....	9
	Figure 7. Salle de conduite dans laquelle se pilote le système de gestion centralisé	9
	Figure 8. Quelques machines frigorifiques, appelées "Groupes Froid" (environ 5 mètres de hauteur).....	10
	Figure 9. Le réseau de Paris ne cesse de s'accroître mais reste loin derrière ses homologues du Moyen-Orient	11
	Figure 10. Deux constats principaux qui poussent à développer une formation.....	12
	Figure 11. Formation déjà mises en place et nouvelle formation de conduite	13
	Figure 12. La centrale Canada est l'une des plus importante de CLIMESPACE.....	17
	Figure 13. Page de garde de la formation.....	19
	Figure 14. Diapositive de présentation de la formation	22
	Figure 15. Particules sous pression tapant sur les parois d'un récipient.....	25
	Figure 16. Comparaison entre un ballon sous pression et un ballon percé	26
	Figure 17. Trame d'une diapositive avec les mots de vocabulaire principaux	35
	Figure 18. Ambiguïté des intentions poussée à l'extrême.....	37

THESAURUS

Réseau de froid urbain – formation – technicien de conduite – présentation – questionnaire – industrie – optimisation – production

GLOSSAIRE

Centrale de production : Lieu dans lequel se trouve le matériel industriel, notamment les machines frigorifiques

Client : entité ou organisme ayant souscrit à un abonnement CLIMESPACE

Collecteur : tuyau de grand diamètre

Fluide frigorigène : fluide ayant des caractéristiques physico-chimiques idéales pour les cycles d'échanges de chaleur. Pour les réseaux de froid urbain, leur particularité est une température d'ébullition très faible.

Gestion technique centralisée (GTC) : logiciel de gestion destiné aux procédés industriels pour la conduite du réseau de froid urbain grâce à une interface simplifiée et un VPN, permettant d'être connecté avec toutes les machines.

Réseau de froid urbain : ensemble de collecteurs aller-retour permettant de transporter de l'eau froide jusqu'au client et de ramener l'eau réchauffée en centrale.

Sous-station : nom pour matérialiser un client. Se confond avec le poste de livraison qui est la pièce dédiée aux installations de CLIMESPACE.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier l'ensemble des équipes de CLIMESPACE pour leur accueil, leur bienveillance et leur pédagogie.

Un grand merci en particulier à M. Ludovic MULLIER, mon maître de stage qui m'a accueilli et accompagné tout au long de ces 24 semaines pour atteindre les objectifs de ma mission.

Mes remerciements vont également à M. Stéphane THIBAUT et M. Pascal HURON pour leur aide, leur disponibilité et leur réceptivité à mon égard ainsi qu'à M. Luc JAN, M. Halim YAQINE, M. Alexis MARTINET, Mme Marie DE WARREN, M. Frank BENASSI, M. Jean-Sébastien MASCREZ, Mme Nathalie MARTINAT et Mme Adeline DE FURST pour leurs conseils, leur sympathie et leur expérience.

Cette mission n'aurait pas été possible sans l'aide des techniciens de conduite qui ont évidemment toute ma gratitude.

Merci à M. Daniel LE RALLEC, M. Victor THONGSA et Mme Hypatia NASSOPOULOS d'avoir permis cette opportunité professionnelle dans les meilleures conditions possibles, que ce soit avant ou durant mon stage.

Enfin, je tenais à adresser un dernier message à l'Ecole des Ingénieurs de la Ville de Paris qui a été ces trois dernières années, une aventure aussi enrichissante que passionnante, que je serai fier de représenter dans la suite de mon parcours.

INTRODUCTION

A l'heure du dérèglement climatique, les ilots de chaleur urbains se banalisent et ont d'importantes répercussions sur la vie des citoyens. La plus évidente d'entre elles, est le besoin de se rafraîchir.

Depuis 1991, CLIMESPACE exploite le réseau de froid urbain de la ville de Paris pour apporter cette fraîcheur au sein des plus grands bâtiments de la capitale, en substitution aux installations autonomes telles que les climatiseurs, qui sont loin de s'inscrire dans la lutte écologique actuelle.

En tant que 4^{ème} plus important consommateur d'électricité de Paris, cette entreprise utilise des procédés industriels modernes, complets et complexes demandant expertise et précision à chaque instant.

Cette gestion en temps réel se nomme « la conduite des réseaux de froid urbain » dont les acteurs de premier plan sont logiquement les techniciens de conduite.

Ces techniciens ont tous une expérience différente de leur métier, qu'ils ont majoritairement appris grâce aux interactions qu'ils ont pu avoir avec leurs collègues.

Aujourd'hui, CLIMESPACE souhaite mettre en place un plan de formation qui regrouperait l'ensemble des connaissances théoriques que doit avoir un technicien de conduite pour accomplir son objectif principal : livrer les clients de manière optimale.

La mission proposée lors de ce stage se base sur la problématique suivante :

Comment rendre la formation de conduite des réseaux de froid urbain pertinente et opérationnelle pour les nouveaux techniciens de conduite ?

Ma mission durant ces 24 semaines de stage est de reprendre cette formation, déjà entamée, pour la finaliser. Atteindre cet objectif demande d'agir sur plusieurs plans, à la fois théoriques et pratiques. Cela a mis en évidence mes points forts, m'a ouvert sur de nouvelles pistes, m'a proposé de nombreux défis, mais a aussi relevé certaines difficultés et dysfonctionnements qu'il faut prendre le temps d'analyser.

CHAPITRE 1 - L'ORGANISME D'ACCUEIL

1. CLIMESPACE, le réseau de froid urbain de Paris

1. 1. Qui est CLIMESPACE ?

Créé en 1991, CLIMESPACE, filiale du groupe ENGIE, est concessionnaire de la ville de Paris. L'entreprise a développé et exploite, à Paris, le 1^{er} réseau de froid urbain européen (et le 11^e mondial).

Avec un réseau sous-terrain d'une longueur de 83 km aller-retour à l'été 2021, c'est un acteur essentiel dans la transition énergétique mais aussi le 4^{ème} plus grand consommateur d'électricité de la capitale.

CLIMESPACE base son exploitation sur un **système de rafraîchissement collectif à haute efficacité énergétique**. En alliant souplesse et sécurité, CLIMESPACE innove dans la mise en œuvre de technologies liées à la réduction des consommations d'énergie de son réseau et des émissions de CO₂ de ce dernier.

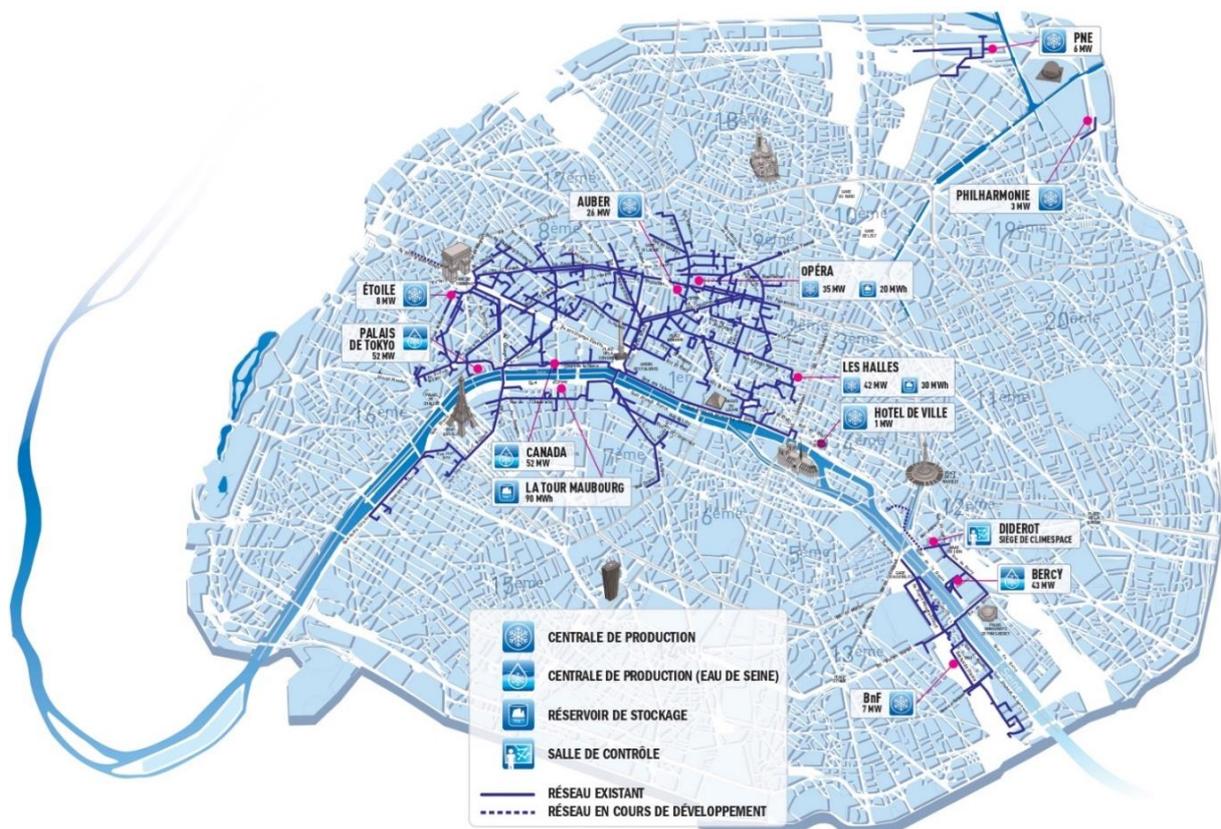


Figure 1. Carte du réseau de froid de Paris, conduit et maintenu par CLIMESPACE

1. 2. Principe du rafraîchissement CLIMESPACE

Le processus de création et de transport de froid est un cycle utilisant l'eau comme transmetteur thermique. Le réseau de froid urbain est composé de collecteurs aller-retour qui relie les centrales de production aux clients.

Au sein des centrales, des machines frigorifiques rafraîchissent l'eau du réseau, puis l'envoient chez les clients. Une fois arrivée à destination, cette eau capte la chaleur du client, ce qui a pour effet de la rafraîchir. En conséquence, l'eau est réchauffée et doit être de nouveau refroidie dans les centrales.

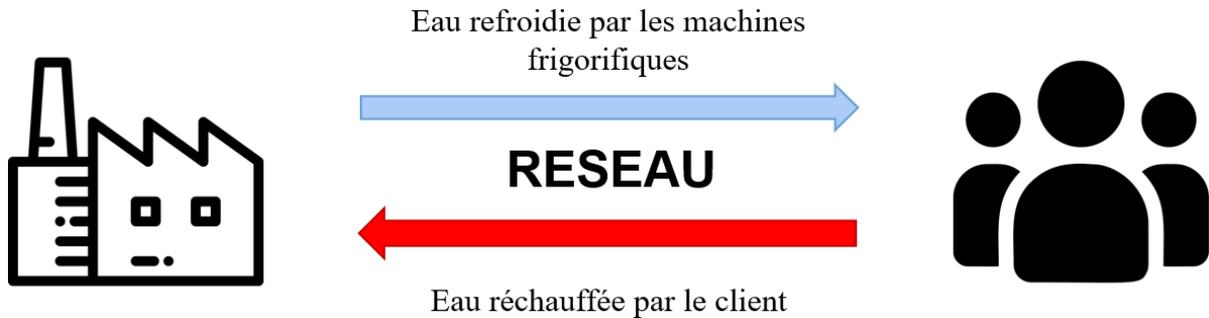


Figure 2. Schéma de principe du réseau de froid urbain

Lorsque l'on parle de « livrer un client », cela signifie que l'eau **arrive** au poste de livraison, en **quantité suffisante** et à la **température contractuelle**.



Figure 3. Poste de livraison d'un client abonné CLIMESPACE

Sur la Figure 3 ci-dessus, nous pouvons voir un poste de livraison comportant un échangeur à plaques (en bleu) et différentes tuyauteries (en blanc). Cet équipement fait le lien entre CLIMESPACE et le client en permettant un transfert thermique sans pour autant mélanger l'eau du réseau et l'eau du client. Ces deux circuits d'eau sont distincts et CLIMESPACE n'est pas responsable en cas d'anomalie sur le circuit client.

2. Une entreprise ambitieuse et innovante

Les villes subissent le phénomène d'îlots de chaleur urbain chaque été. Les températures élevées, voire insupportables, poussent les habitants à trouver un moyen de se rafraîchir.

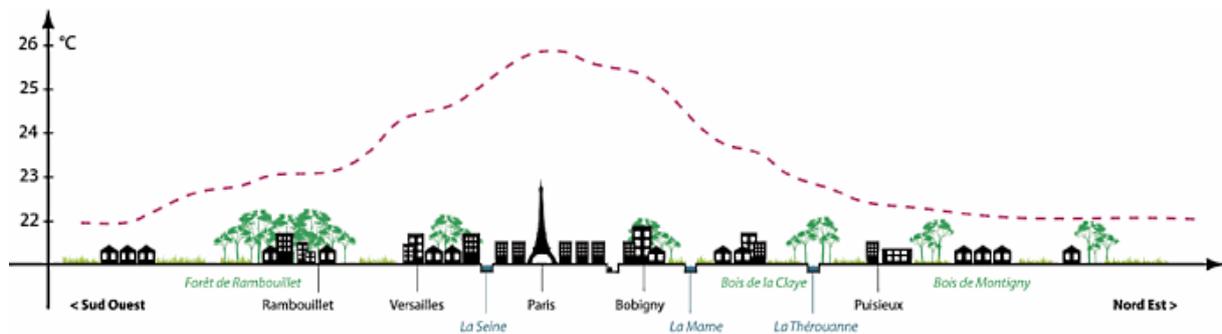


Figure 4. Ilots de chaleur et augmentation de la température à Paris

Habituellement, les **climatiseurs** sont souvent la solution la plus simple, la plus disponible et la plus économique. Néanmoins, c'est aussi la plus nocive pour l'environnement car elle a tendance à amplifier le phénomène d'îlots de chaleur.



Figure 5. Le phénomène d'îlots de chaleur touche la plupart des villes et pousse à investir dans les climatiseurs comme ici, en Chine

Le **réseau de froid urbain** est une solution alternative qui tente de se démocratiser à Paris grâce à CLIMESPACE. En effet, en comparaison avec un parc équivalent d'installations autonomes, le système de rafraîchissement collectif permet :

- Un bénéfice de 50% en efficacité énergétique ;
- De consommer 35% d'électricité en moins ;
- De réduire l'émission de CO₂ de 50% ;
- De réduire l'émission de fluide frigorigènes de 90% ;
- Et enfin d'utiliser 80% de produits chimiques en moins.

Cela s'explique par l'engagement d'une gestion responsable de l'énergie, une maintenance très précise et un processus constamment surveillé et optimisé par le département de la production.

3. Le département de la production

Lors de ces 24 semaines, j'ai été intégré aux équipes du département de la **production**. Ses collaborateurs sont au plus près du réseau. Leur objectif est de garantir la livraison de chaque client en optimisant les outils déjà mis en place.

Cette équipe est composée d'un responsable de la production, de son adjoint (mon maître de stage), d'un responsable de l'organisation, d'un chargé de relation client, d'un ingénieur production et de l'ensemble des techniciens de conduite. Tous étant supervisés par le directeur des opérations, numéro 2 de l'entreprise juste après le directeur général.



Figure 6. Organigramme partiel du département de la production

Les **techniciens de conduite** sont au nombre de 14 et se relaient sur un format de 3×8h, tel qu'il y ait toujours au moins 2 techniciens disponibles 24h/24, 7 jours/7. Ces techniciens sont dans une salle de gestion et ont accès à tous les paramètres du réseau avec la possibilité de les modifier. C'est ce qu'on appelle la **conduite du réseau**.

Leur rôle est de surveiller, ajuster, optimiser et réagir, si nécessaire, sur l'ensemble des machines, grâce à un système de gestion centralisé. Leurs champs d'action s'étendent de l'ouverture de vannes, jusqu'à la mise en fonctionnement de machines frigorifiques, en passant par les débits des pompes entre autres.



Figure 7. Salle de conduite dans laquelle se pilote le système de gestion centralisé



Figure 8. Quelques machines frigorifiques, appelées "Groupes Froid" (environ 5 mètres de hauteur)

Dans la suite, il sera question de « **conduite** » pour la conduite des réseaux de froid urbain, et de « **réseau** » pour le réseau de froid urbain CLIMESPACE.

CHAPITRE 2 - LA MISSION

1. Un constat

La conduite des réseaux de froid est un métier très spécifique. Les techniciens de conduite qui sont recrutés n'ont quasiment jamais eu d'expérience similaire dans leur vie professionnelle, notamment parce qu'il n'existe que peu de réseaux de froid en Europe et qu'aucun d'entre eux n'est aussi important.

En effet, seulement 1 à 2% de l'énergie frigorifique produite est issu d'un réseau de froid, mais cette alternative devrait prendre de l'ampleur à l'avenir. L'exemple en la matière sont les Emirats Arabes Unis, victimes d'un climat extrême, qui investissent énormément dans les réseaux de froid (leader mondial) en parallèle de leur développement urbain très rapide¹.



Figure 9. Le réseau de Paris ne cesse de s'accroître mais reste loin derrière ses homologues du Moyen-Orient

Finalement, les techniciens déjà présents dans l'entreprise ont souvent bénéficié d'une formation d'électrotechnicien. En ne changeant pas la méthode de recrutement, cela implique que les nouveaux arrivants ne sont pas directement opérationnels car ils n'ont pas forcément les bases de thermodynamique et de mécanique des fluides.

Certes, tous les métiers demandent une période d'adaptation. Cependant, les nombreux témoignages recueillis parlent d'une période d'un an pour maîtriser la conduite des réseaux.

Le premier constat est donc que ce temps est bien **trop long** pour un poste aussi important, d'autant que cette maîtrise reste assez relative.

Notons également que chaque binôme de conduite doit être constitué d'au moins un chef de conduite, c'est-à-dire un technicien qui a prouvé sa maîtrise et ses qualités auprès des responsables. Il obtient alors la priorité lorsqu'il s'agit de prendre une décision par rapport à son partenaire. Il est donc impossible de se contenter de connaissances lacunaires.

¹ <http://reseaux-chaaleur.cerema.fr/reseaux-de-froid>

Le deuxième constat est que les techniciens de conduite agissent souvent par **mimétisme** de leurs collègues plutôt que par de réelles connaissances sur le réseau. Evidemment, un esprit sérieux et curieux saura trouver les clés de la compréhension de son métier. Néanmoins, les directeurs de la production aimeraient que ces qualités soient systématiques, et ce dès l'arrivée du technicien.

L'idée est que les raisonnements tels que « on a toujours fait comme ça » ou « x fait comme ceci donc je fais cela » soient beaucoup moins fréquents à défaut de disparaître.

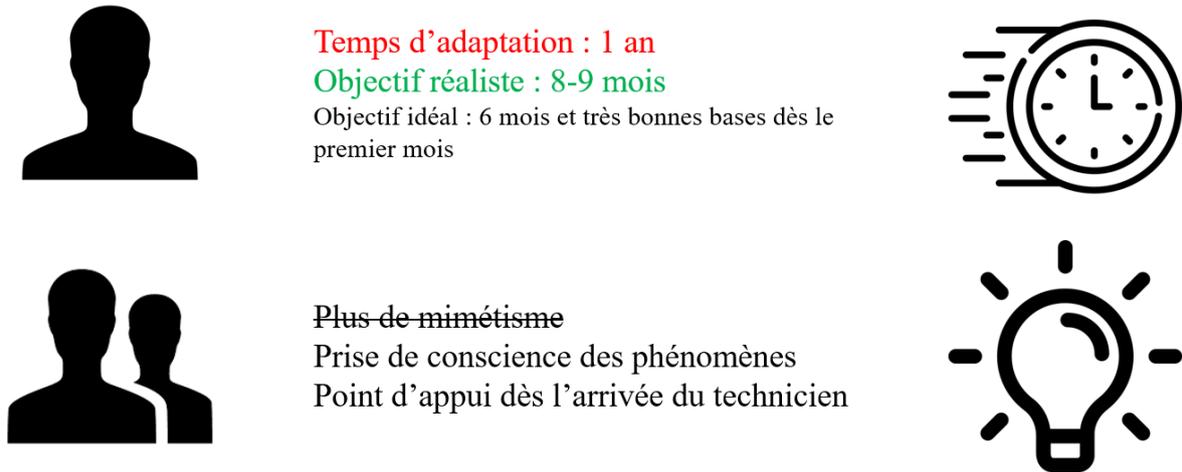


Figure 10. Deux constats principaux qui poussent à développer une formation

2. Un objectif

CLIMESPACE accorde une grande importance à la formation de ses collaborateurs et développe continuellement de nouveaux papiers, contenus, séminaires etc. Chaque nouvel arrivant a notamment le droit à une formation de sécurité, une formation sur les pompes et une sur les machines frigorifiques entre autres, mais rien de spécifique sur la conduite si ce n'est une période d'observation plus ou moins longue avec un binôme.

Naturellement, il en ressort qu'une **formation de conduite** est nécessaire pour les futurs arrivants.

Cette formation a pour but de fournir des informations théoriques utiles pour comprendre et assimiler les métiers liés à la conduite des réseaux afin de prendre du recul sur les conséquences physiques de chaque décision qui peuvent être prise. Agrémentée de nombreux schémas et d'images issues du logiciel de Gestion Technique Centralisé (GTC), elle sera un point d'entrée pour la gestion du réseau.

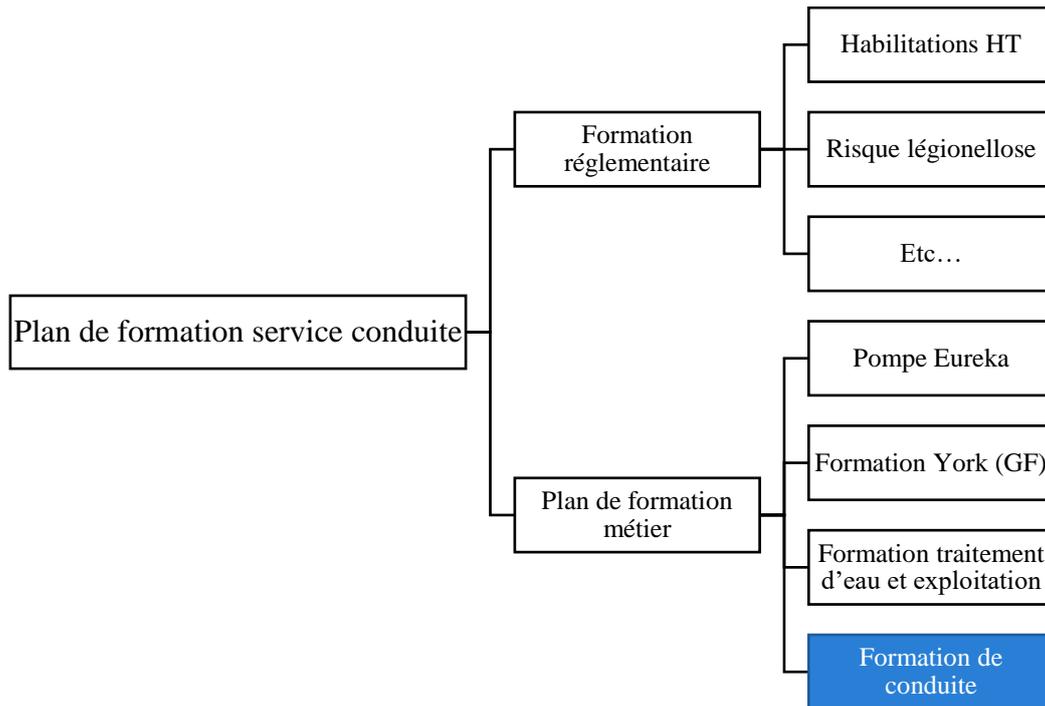


Figure 11. Formation déjà mises en place et nouvelle formation de conduite

L’**optimisation** du réseau sera un point essentiel de la formation, car ce domaine est une part fondamentale de la profession de technicien de conduite. Une compréhension générale du réseau de CLIMESPACE est indispensable pour une gestion efficace de celui-ci.

Toute formation se doit d’avoir des objectifs clairs, notamment pour un sujet aussi vaste et complexe que le fonctionnement du réseau. Je me suis donc appuyé sur les 7 adjectifs suivants pour établir mon plan d’action :

Simple	Facile à comprendre et à assimiler
Complète	Permet d’avoir une bonne connaissance détaillée des sujets
Théorique	Donne toutes les informations nécessaires
Orientée	Reste dans le cadre des techniciens de conduite
Adaptée	Niveau de langue ajusté et vulgarisation si nécessaire
Pédagogique	Permet de comprendre avec des explications et des exemples
Précise	Approfondit les détails essentiels et évince toute ambiguïté

A l’issu de la formation, le nouvel arrivant ne saura pas conduire le réseau. Rien ne peut remplacer la pratique dans ce domaine qui demande beaucoup d’adaptation. C’est d’ailleurs une des raisons pour lesquelles il est si difficile d’automatiser le réseau alors que toutes les lois industrielles sont connues des ingénieurs.

Néanmoins, cela sera pour lui une première approche et un support qui l’accompagnera en toutes circonstances lors de sa période d’apprentissage. Les termes, les procédés, les machines et les méthodes seront plus faciles à comprendre et à manipuler si elles sont introduites clairement, dans les règles de l’art.

Il faut ainsi voir cette formation comme une **ressource** plutôt que comme un tutoriel qui viserait à apprendre la conduite à proprement parler (ce qui est vraisemblablement aussi

complexe que fastidieux tant il y a de possibilités selon les dires des techniciens les plus expérimentés).

3. Un contexte particulier

2021 est une année particulière pour toutes les entreprises, y compris CLIMEPSACE. Lors du début de mon stage, le 8 février 2021, le couvre-feu à 20h était en place et le télétravail devait être systématique, dans la mesure du possible. Il est évident que ce contexte très particulier n'a pas facilité mon intégration au sein du groupe et m'a causé quelques difficultés techniques au début de mon stage.

La pandémie avait déjà touché un autre stagiaire avant moi. En effet, CLIMESPACE avait engagé un étudiant en ingénierie pour réaliser cette mission de formation. Finalement, l'impossibilité de travailler en présentiel a eu pour conséquence une formation incomplète selon le département.

Il s'agit là de la principale particularité de mon stage : **reprendre une formation déjà commencée**. Cela signifie que je devais non seulement apprendre et comprendre les rouages des réseaux de froids, mais aussi aller au-delà de ce qui était déjà proposé par mon prédécesseur.

De plus, cette formation n'entrait pas assez dans les détails d'un point de vue des **sciences physiques**, restait évasive sur le **fonctionnement** de certains éléments et manquait de **clarté** sur les notions plus complexes. Mon profil cartésien, orienté mathématiques, a été retenu pour apporter cette rigueur manquante.

Il est évident qu'un stage commence toujours par une phase d'adaptation, afin de bien cerner les enjeux et les outils mis à disposition. Les notions étudiées à l'école servent à faciliter cette adaptation. Cependant, je pense avoir intégré une entreprise me demandant davantage de temps en termes d'intégration, car les domaines de la création et de la distribution de froid m'étaient **inconnus**. Certes, j'ai suivi des cours sur les réseaux, la mécanique des fluides, les enjeux environnementaux etc. mais la production de froid reste assez particulière, ce qui est d'ailleurs une des raisons pour lesquelles ce projet de formation a été lancé.

CHAPITRE 3 - LA METHODE

1. Une chronologie établie

Ma mission présente une particularité qui peut être à la fois un inconvénient et un avantage : elle est **limitée dans le temps**. Un inconvénient car ce travail impose une contrainte qui peut entraver les objectifs du rendu, comme pour le stagiaire précédent. Un avantage, car il permet d'établir une chronologie et un **plan d'action clair** dès les premiers jours du stage.

Je me suis donc rapidement attelé à la mise en place d'un **diagramme de GANTT** permettant de me mener à une formation finale complète et validée par le directeur des opérations le 23 juillet 2021, date de la fin de mon stage.

Le diagramme de GANTT est un outil de management très courant qui se présente sous la forme d'un tableau. L'axe vertical représente les tâches à effectuer tandis que l'axe horizontal est une échelle de temps qui peut être plus ou moins précise. En procédant ainsi, le diagramme donne une vision globale des objectifs, de manière claire et graphique, permettant de s'organiser à court et à long terme.

1. 1. Etapes principales

La première version du diagramme de GANTT est assez générale car au début de mon stage je n'avais qu'un objectif final sans forcément avoir les étapes intermédiaires. J'ai donc listé les étapes indispensables en les calibrant sur une échelle de temps d'un demi-mois environ (chaque mois est divisé en deux cases, soit environ 2 semaines par case), ce qui a engendré le Tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1. Première version du diagramme de GANTT (11 février 2021)

Tâche	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet
Apprentissage technique	■	■				
Rédaction de la formation			■	■	■	■
Préparation d'un support de présentation						■

La mission se décompose globalement en trois tâches principales :

- Une première phase consiste à **appréhender** les différents processus, machines et particularités des métiers liés au réseau de froid urbain. Cette phase ne se veut pas exhaustive mais il est impensable de vouloir faire une formation sans être soi-même formé. Cette période d'un mois complet permet de prendre connaissance du sujet et des outils mis à disposition, sans oublier d'interpeler au maximum les membres de l'équipe, sans qu'aucune production ne soit exigée.
- La deuxième phase, au cœur de la mission, consiste à **rédigier** le document écrit de formation. Plus précisément, il s'agit de compléter, corriger et améliorer le document écrit déjà existant. Après avoir établi un diagramme de GANTT plus détaillé après l'évaluation du temps que demanderait chacune des parties, cette période se projette sur environ trois mois.
- Enfin, la troisième phase est la production d'un **support de présentation** complet et réutilisable à l'avenir, qui servira à l'accueil des nouveaux techniciens dans un

Etant donné que la conduite des réseaux comprend de multiples connaissances transversales, la formation s'est avérée dense et suffisamment complète pour être utile **au-delà du service production**. Après discussion, mon maître de stage a pris la décision de travailler sur ce point, en envisageant un projet d'extension de la formation aux autres services. L'idée a notamment été proposée à la responsable du service maintenance.

Aussi, j'ai pu visiter 5 des 12 centrales de CLIMESPACE (certaines ont été visitées plusieurs fois), à différentes périodes de l'année. Cela m'a permis de mieux appréhender la responsabilité des techniciens de conduite et de comprendre l'état d'esprit général en période de forte demande (été) et en période d'optimisation (hiver).

J'ai par exemple visité la centrale **Canada**, l'une des plus importante en termes de production de froid et d'efficacité énergétique. Elle est située sous la place du Canada et utilise la fraîcheur de l'eau de la Seine pour refroidir ses clients.

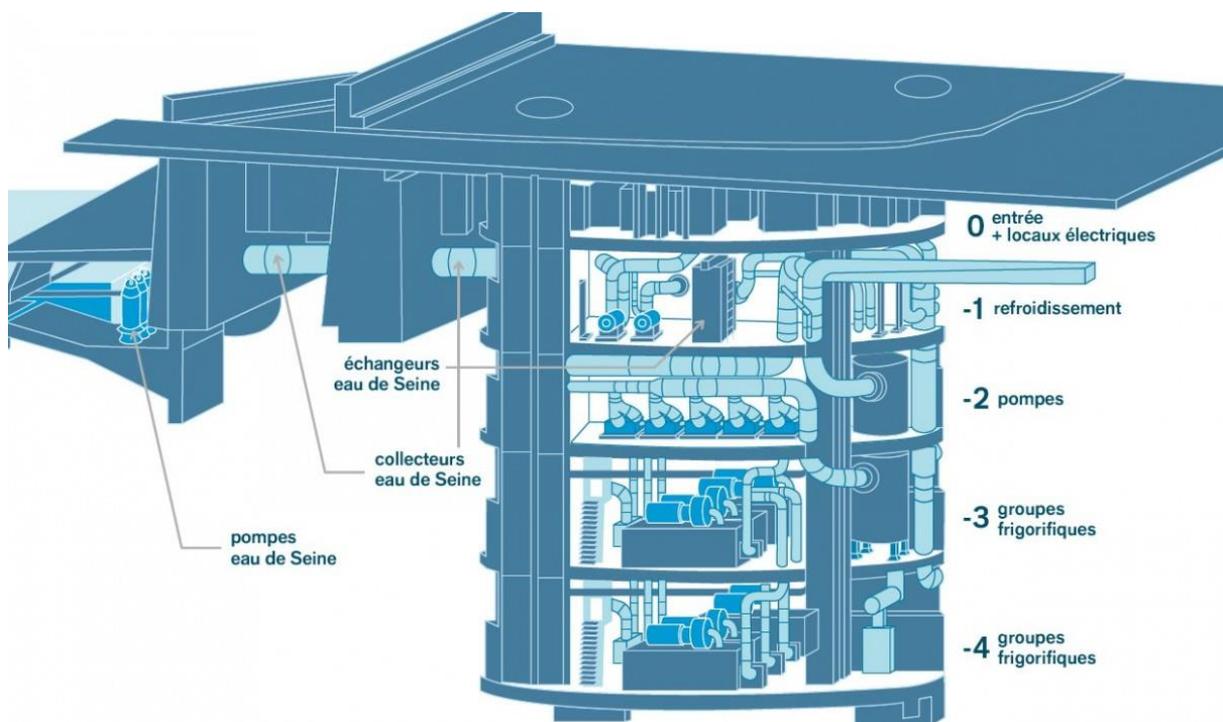


Figure 12. La centrale Canada est l'une des plus importante de CLIMESPACE

Enfin, j'ai eu l'occasion de tester la formation quatre fois, en tant que formateur, avec différents types de public. La pertinence de la formation a donc pu être mise à l'épreuve, tant sur la forme que sur le fond, dans le cadre de séminaires organisés ou parfois improvisés. Mon retour d'expérience s'appuie principalement sur ces journées de formation.

2. Recherche pour transmettre

Pour réaliser une bonne formation, il faut déjà être formé soi-même. Ainsi, la première phase d'apprentissage, bien que simple en apparence, est en réalité cruciale pour toute la suite du stage.

Une méthodologie a donc été établie pour les recherches. Elles pouvaient être de deux types : interne ou externe.

Les informations en **interne** regroupent l'ensemble des explications de mes collègues, les ressources de CLIMESPACE, son site internet et la formation déjà existante. Ces

renseignements sont très précieux et souvent difficiles à trouver dans la littérature ou sur internet, car ils sont soit confidentiels soit trop spécifiques à l'entreprise.

Les informations en **externe**, quant à elles, concernent la littérature et les recherches internet. Elles furent particulièrement utiles pour comprendre les phénomènes physiques, détailler certains mots de vocabulaire ou pour appréhender, en vidéo, certains procédés industriels de base, comme le fonctionnement d'une machine frigorifique.

3. Le processus de validation

La **justesse** et la **pertinence** des propos de la formation ont été les points clés de la méthodologie. Pour s'assurer qu'il y ait un minimum d'erreur à défaut d'avoir un document parfait, il fallait donc faire relire les productions par mes pairs, plus qualifiés sur le sujet.

Ainsi, des rendez-vous ont régulièrement été organisés avec mon maître de stage et un de ses assistants, sous la forme de points de contrôle. L'objectif était d'exposer le travail effectué, les questions, les doutes et le plan d'action pour la suite.

Vers la fin de la mission, quelques séances ont même été consacrées à la lecture en détail du document écrit avec mon maître de stage.

Je suis convaincu que ces moments sont essentiels, particulièrement pour ce stage. Contrairement à ce que l'on peut retrouver sur un chantier par exemple, la mission aurait pu m'isoler du reste de l'équipe car elle est fondamentalement **individualiste**.

Je soulignais plus haut qu'il était nécessaire d'interagir avec les autres membres de CLIMESPACE pour réussir cette formation. Je pense également, qu'avec une mauvaise intégration, une négligence du maître de stage, un manque de confiance ou de communication, j'aurai pu facilement me décourager et me contenter d'alimenter mon contenu par des recherches sur internet. Cela aurait évidemment engendré une formation largement moins qualitative.

Ainsi, ces interactions, au-delà du côté technique, apportent une dimension humaine qui est malheureusement devenue bien moins naturelle à cause de l'isolement que nous avons vécu ces derniers mois, notamment pour moi qui suis plutôt de nature solitaire.

En quelques mots, le management a été suffisamment efficace et organisé pour garantir la qualité de ma formation et mon bon état d'esprit au bureau.

CHAPITRE 4 - RESULTATS

1. Un contenu riche

Après 24 semaines de stage, je considère avoir effectué le travail qui m'a été demandé. La formation, constituée de plusieurs phases et supports se décompose ainsi :

- Un **document écrit** de 175 pages, annexes comprises
- Un **support de présentation** de 137 diapositives
- Un **questionnaire** de 60 questions, accompagné de sa **correction** détaillée

Le point fort de cette formation est sans doute sa qualité. Il s'agit d'une production ayant durée plus d'une année au total, écrite par deux ingénieurs en génie civil/urbain et relue très régulièrement par les équipes de production.

La suite présente les différents documents et supports de la formation.

1. 1. Le document écrit

Le document écrit est le premier livrable sur lequel je me suis attelé, pour la simple et bonne raison qu'il était le seul document entamé à mon arrivée. La première version était composée d'environ 130 pages et a été la base de mon apprentissage lors du premier mois au sein de CLIMESPACE.



Figure 13. Page de garde de la formation

Malgré le travail conséquent de mon prédécesseur, la situation sanitaire ne lui a pas permis de mener le projet à son terme selon mon maître de stage, mais il fallait tout de même utiliser ce premier jet comme base de travail.

J'ai été très libre sur la manière de présenter les choses mais il a finalement été décidé, après de nombreuses lectures, de garder la grande majorité de la trame principale déjà faite. En effet, cette première version a été le fruit d'un travail supervisé par des experts du domaine et menée par un élève ingénieur dont je n'oserai pas mettre les capacités en doute.

Pour des raisons de confidentialité évidentes, il m'est impossible de dévoiler l'intégralité de la formation, ni même quelques extraits. Ce rapport se contentera d'énoncer les **9 parties** principales qui le composent :

1. Présentation de CLIMEPSACE et but de la formation
2. Notions de physiques utilisées dans les réseaux de froid urbain
3. Vue d'ensemble du fonctionnement des processus de CLIMESPACE, depuis la récupération du froid jusqu'à la livraison au client, en passant par l'utilisation de machines frigorifiques
4. Détails techniques des machines et processus principaux de CLIMESPACE
5. Explications physiques, techniques et pratiques du cycle froid qui sont la base des machines frigorifique et donc, de la production de froid
6. Partie consacrée aux installations mises en place pour les clients au sein desquelles se font les échanges thermiques avec le réseau
7. Particularités du réseau avec notamment les techniques de recherches de fuite et les modes de fonctionnement des centrales
8. Gestion globale du réseau et optimisation énergétique
9. Généralités sur le traitement chimique de l'eau du réseau

Ce document représente la majorité du travail final car il demande énormément de recherches, aborde des détails techniques et exige de la clarté.

5 annexes ont également été réalisées, ayant pour but d'être rapidement accessibles.

1. Un glossaire avec les termes les moins utilisés
2. Un recueil de fiches récapitulatives pour chaque centrale avec les informations principales et les particularités de chacune d'entre elles
3. La liste des principales abréviations et mots de vocabulaire spécifique de la conduite du réseau et du logiciel de gestion centralisé
4. La liste des principaux risques avec les valeurs seuils associées
5. Un formulaire qui regroupe l'ensemble des formules physiques et des formules d'optimisation exposées dans la formation

Les informations présentes dans ce document sont assez variées, passant de principes généraux jusqu'à certains détails de machines industrielles, en mentionnant quelques fois certaines particularités spécifiques à une unique centrale.

L'intérêt de ce document n'est pas d'être assimilé dès la première lecture. En réalité il est un support qui accompagnera le nouvel arrivant tout au long de sa période d'apprentissage, avec un sommaire assez clair pour qu'il puisse se référer à l'information dont il a besoin.

Il faut le voir comme un apprentissage **par couche**. A la première lecture, les informations principales sont comprises et le processus prend son sens. A la deuxième lecture, on approfondit certains points et on en consolide d'autres, et ainsi de suite, autant que nécessaire.

Personnellement, c'est avec cette méthode que j'ai étudié le premier jet du stagiaire précédent, alors que je ne connaissais pas la conduite des réseaux. Je suppose donc que cette méthode fonctionne avec les nouveaux arrivants. Néanmoins, la comparaison ne peut pas être complète car les techniciens ne bénéficient pas de la même formation de base.

Le fait de devoir lire plusieurs fois ce document pour être assimilé ne remet absolument pas en cause son efficacité. En fait, il est assez fréquent de devoir lire plusieurs fois un document que l'on souhaite comprendre parfaitement lorsque celui-ci a un but pédagogique. On ne lit pas une formation comme on lit un roman puisqu'il y a une notion d'**apprentissage**.

1. 2. Le support de présentation

Quand il est question de formation, il est souvent question de **présentation**. Dans la pensée collective, une formation est souvent associée à un formateur, un séminaire, un exposé presque scolaire. En effet, ce format présente de nombreux avantages comme :

- La possibilité d'interagir avec les agents formés ;
- De réagir par rapport à leur réceptivité ;
- Et c'est une manière d'être bien plus ludique et donc plus percutant.

Ces quelques arguments ont été suffisants pour envisager dès le début du stage une présentation, en complément du document écrit.

Le type de présentation

Plusieurs solutions se sont présentées.

Il était possible de faire une présentation très **sommaire** ayant l'avantage d'être courte et facile à assimiler mais incomplète.

L'idée d'une présentation non-conventionnelle, à l'image des **Ted Talk**² a été mentionnée. Bien que ludique, elle aurait été difficile à mettre en place et aurait probablement sacrifié le fond pour la forme.

Finalement, mon maître de stage a choisi de faire la présentation la plus **complète** possible, en s'appuyant au maximum sur le document écrit et en n'hésitant pas approfondir les notions. Cependant cette stratégie a l'inconvénient d'être lourde en termes de temps de présentation.

Tableau 3. Avantages et inconvénients des différents types de présentation

Présentation	Avantage	Inconvénients
Sommaire	Rapide Percutant	Incomplet
Type « Ted Talk »	Intéressant Ludique	Manque de fond Long à mettre en place
Complète (solution choisie)	Complète Eclaire les zones d'ombres	Longue Potentiellement ennuyeuse

²Les TED Talk (« conférences TED » en français) sont une série de présentations qui cherchent à faire passer des idées de manière ludique et intéressante grâce aux meilleures techniques d'oration. https://fr.wikipedia.org/wiki/Conf%C3%A9rence_TED



Figure 14. Diapositive de présentation de la formation

Pour être le plus exhaustif possible, j'ai décidé de garder la même trame que le document écrit avec donc 9 parties. La difficulté de l'exercice reposait sur la capacité à sélectionner les informations cruciales sans oublier de mentionner ce qui est plus secondaires, à trouver les mots et les formes pour les notions les plus techniques, et enfin optimiser ma prestation orale.

Grâce aux 4 sessions de test menées, j'ai pu avoir quelques retours de la part des formés, mais également un retour personnel par rapport aux questions qui ont été posées, ou simplement en observant les réactions de ceux qui m'écoutaient.

Le rythme

La première présentation, faite à un nouveau technicien de conduite qui venait d'arriver le jour même, a montré ce qui était redouté : un exposé très long. Elle a duré un peu plus de 6 heures, en comptant l'ensemble des interventions hors présentation (explications, questions, remarques etc.).

Cet aspect a d'abord poussé à créer une **césure** au milieu de la présentation. En effet, les études scientifiques sur la concentration montrent que la capacité d'attention d'un humain est d'une durée comprise entre 1 et 2 heures³. Ce temps est logiquement bien moins élevé que la durée totale de présentation.

Idéalement, il faudrait diviser cette formation entre 3 et 6 sessions donc. Un compromis a finalement été trouvé entre le temps que l'entreprise souhaitait investir pour la formation (le moins de temps possible) et le temps nécessaire pour que la formation soit assimilée (potentiellement 6 sessions d'une heure).

Compte tenu de la journée type au sein de CLIMESPACE composée de 2 demi-journées, matin et après-midi, la décision a été prise de diviser cela en **2 parties de 3 heures chacune**.

Finalement, la première moitié de la journée présente les 5 premières parties de l'exposé, intitulée « *CLIMESPACE, créateur et fournisseur de froid* ». La deuxième moitié de la journée

³ <https://letempsreconquis.fr/concentration-et-attention-en-profondeur-duree-ideale/n>

présente quant à elle les 4 dernières parties et est intitulée « *Les techniciens de conduite, acteurs principaux du réseau* ».

Les 3 autres formations tests ont donc été réalisées sous ce format, me menant à deux conclusions :

- La première est que la formation est bien plus digeste et le niveau d'attention est plus constant. En effet, les formés avaient tendance à poser beaucoup plus de questions au début de la formation plutôt qu'à la fin. Je pense que les premières parties sont plus complexes à comprendre certes, mais je suis également convaincu qu'une certaine lassitude s'est installée, décourageant le public à poser des questions dans l'espoir d'écourter le séminaire.
- La deuxième conclusion réside dans la maîtrise de la présentation que j'ai améliorée au fil du temps. Ainsi, mes propos étaient plus clairs, mes transitions et mon langage plus fluides. Il en résulte que le temps total a été réduit passant à moins de 5h. L'heure restante a permis de mettre en place le dernier document : le **questionnaire**.

1. 3. Le questionnaire

Au début du stage, la mission consistait à terminer la notice écrite et la présentation. Une fois qu'il était certains que ces deux travaux seraient finis, le projet d'ajouter une dernière section qui feraient intervenir les participants a émergé.

En effet, cette formation présente le risque que les agents formés ne réagissent pas, n'osent pas poser de questions ou qu'ils pensent avoir compris alors que la notion est toujours floue à leurs yeux. Pour pallier cela, l'idée d'établir un **questionnaire** à la fin de la présentation semblait idéale.

L'objectif n'est pas de donner une note aux agents formés, mais simplement de stimuler ce qu'ils viennent d'apprendre afin de solliciter leurs nouvelles connaissances. L'idée est aussi d'avoir un retour d'expérience pour éventuellement améliorer certains points de la formation.

De plus, le questionnaire est intéressant car il est accompagné d'une **correction détaillée**. Les participants pourront donc corriger leurs erreurs et retiendront plus facilement les notions, car ils auront été confrontés à la difficulté de certaines d'entre elles.

Cette correction sera projetée sur un écran à l'issue du questionnaire pour que le formateur puisse commenter ou éclaircir les zones d'ombre tout en répondant aux éventuelles questions. Elle sera ensuite imprimée et remise aux agents formés pour qu'ils puissent s'y pencher plus tard.

Dès l'émergence de cette idée, il a été stipulé que ce questionnaire soit complet et aborde la grande majorité des thèmes. Les différentes réflexions se sont accordées sur 60 questions comprenant 58 questions à choix multiples et 2 questions ouvertes.

Pour le barème de ce questionnaire, un point est attribué par bonne réponse, aussi bien pour les questions du QCM que pour les questions ouvertes, sans tenir compte de la difficulté potentielle de chaque question. Une note sur 60 est ainsi communiquée aux participants mais n'aura aucune incidence sur leur avenir dans l'entreprise. Ce dernier point est précisé dans les premières lignes du questionnaire, que vous pouvez retrouver en annexe.

Il a été plutôt simple de rédiger les questions en suivant la trame du document écrit, en revanche il fut bien plus compliqué de trouver, pour chaque question, des réponses fausses qui

paraissaient tout de même vraie (afin que le questionnaire ne soit pas trop simple). Malheureusement, cette méthode pousse à jouer sur les détails et donc, à rendre le questionnaire trop difficile voire incorrect, notamment pour un nouvel arrivant.

Cette difficulté a été mise en lumière lors des deux premières formations. Dans la première, il s'agissait d'un nouvel arrivant au poste de technicien de conduite qui a eu beaucoup de mal à répondre aux questions, en omettant près d'un quart du total, et dépassant difficilement les 50% de réussite pour les questions auxquelles il a pu répondre.

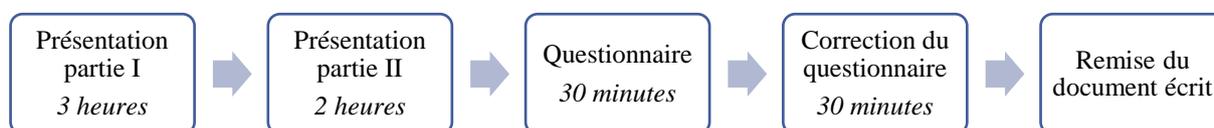
Lors de la deuxième formation, le participant était un ingénieur stagiaire en mécanique des fluides. Je pensais donc que le questionnaire serait plus simple pour lui mais il a terminé avec une note de 10/20, bien qu'il ait pu répondre à toutes les questions. Ce score est en dessous des attentes et a remis en cause la difficulté du questionnaire.

Après plusieurs versions intermédiaires, le questionnaire simplifié propose davantage de réponses « aberrantes » (à mes yeux) mais qui sont tout aussi enrichissantes lors de la correction. Avec ce questionnaire, des résultats plus élevés ont été obtenus mais tout de même cohérents avec les connaissances des participants (voir le paragraphe 3. 2).

1. 4. Récapitulatif du déroulé

La formation finale est donc composée de trois phases :

- Une présentation de 5 heures composée de 2 parties
- Un questionnaire d'environ 30 minutes avec une correction détaillée projetée et imprimée durant également 30 minutes
- La remise d'un document écrit qui accompagnera le nouvel arrivant autant qu'il le souhaite



2. Adapter le discours au public

Une formation s'adresse à un public précis qu'il faut définir avant même d'établir les objectifs pédagogiques. Evidemment, elle est destinée aux techniciens de conduite, plus précisément aux nouveaux techniciens de conduite. Cet adjectif a toute son importance car il change totalement la manière avec laquelle le formateur s'exprime.

Il est nécessaire d'être clair sur le niveau de langage et le niveau de détails souhaités dans la formation. Dans le cadre de ce stage, l'objectif est de réaliser une formation **précise** et **rigoureuse** aux nouveaux arrivants n'ayant pas d'expérience ou de connaissances théoriques. Ces caractéristiques semblent antinomiques mais peuvent s'allier grâce à la **vulgarisation**.

La vulgarisation se définit⁴ comme le fait d'adapter des connaissances techniques ou scientifiques de manière accessible à un public non-spécialiste, ce qui est exactement le but recherché.

⁴ Dictionnaire Le Robert

Il faut tout de même faire la distinction entre vulgarisation et approximation. L'objectif est de transmettre des informations exactes, mais que vaut une information correcte si elle n'est pas comprise ? La vulgarisation est un choix de mots adaptés, pas forcément une simplification.

Dans tous les cas, la décision a été prise de donner une définition exacte pour tous les termes scientifiques avant de les vulgariser afin d'éviter toutes ambiguïtés et pour permettre aux esprits curieux d'approfondir ces notions s'ils le souhaitent. Puis, l'explication est accompagnée d'un ou plusieurs exemples les plus parlants possibles.

Par exemple, pour la notion de **pression**, la formation finale donne la définition suivante :

*« La **pression** est une unité qui quantifie la force par unité de surface dans un fluide. Pour l'eau dans un collecteur, il s'agit donc de la force avec laquelle l'eau tape sur les parois du collecteur. Plus la pression est forte et plus les particules tapent les parois fort et souvent. »*

Dans ce cas, la première partie de la phrase en **noire** donne la définition exacte d'une pression. La seconde partie, en **bleue**, donne une représentation de la pression en considérant l'eau comme un amas de particules afin de bien visualiser les chocs sur les parois qui créent la pression.

En introduisant cette notion de « choc » le technicien peut mieux comprendre pourquoi tous les équipements ne supportent pas la même pression par exemple.

Un schéma de particules enfermées et tapant sur les parois d'un récipient est ensuite présenté afin de mettre des images sur les mots énoncés précédemment. Cette illustration est celle de la Figure 15 ci-dessous. On peut y deviner les chocs grâce aux trajectoires en rouge et la pression grâce aux flèches de différentes tailles.

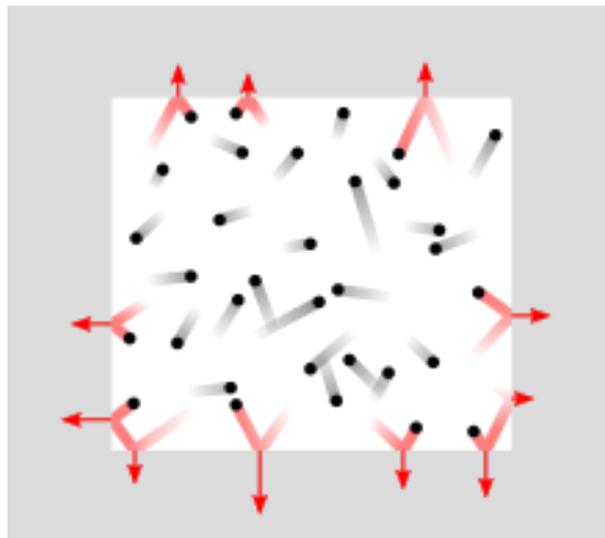


Figure 15. Particules sous pression tapant sur les parois d'un récipient

En l'occurrence, cette notion de pression est assez complexe à appréhender dans un premier temps, un exemple de la vie quotidienne avec un ballon gonflé d'air a été ajouté.

Le ballon sous pression est rond et dur car il est sous pression, c'est-à-dire que les « particules d'air » maintiennent cette forme grâce aux nombreux chocs. De plus, si l'on gonfle

davantage le ballon, la pression augmente et le ballon devient encore plus dur jusqu'à l'explosion. Au contraire si l'on perce le ballon, la pression à l'intérieur du ballon va s'équilibrer avec la pression extérieure qui est la pression atmosphérique donc le ballon se dégonfle.

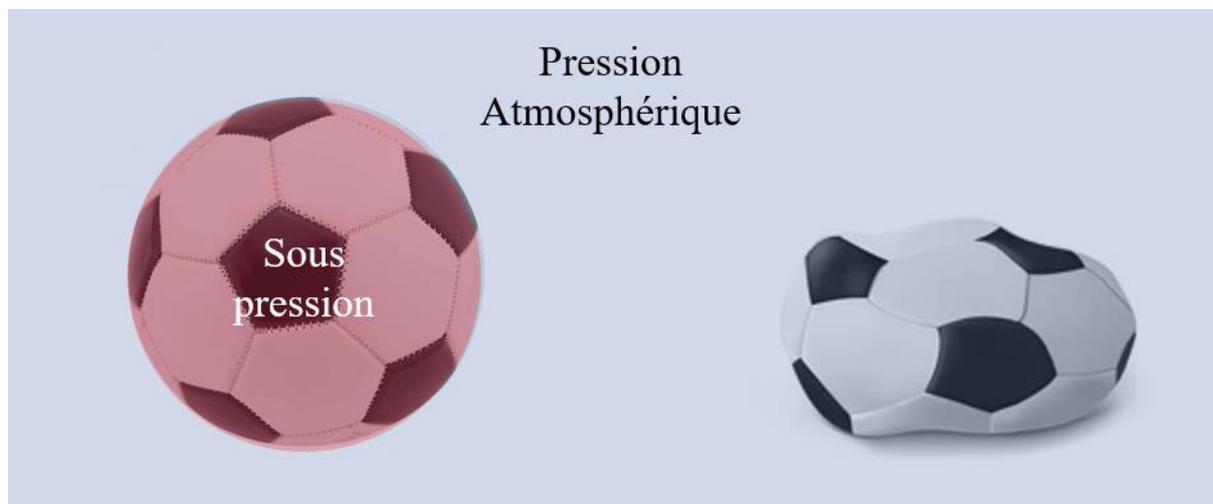


Figure 16. Comparaison entre un ballon sous pression et un ballon percé

3. Les premiers retours d'expérience

3. 1. Retours globaux

Après avoir réalisé la formation, j'ai pu la tester sur différents publics, contrairement à mon prédécesseur. Ainsi, j'ai eu la possibilité de la dispenser à :

- Deux **nouveaux arrivants** au poste de technicien de conduite ;
- Un **ingénieur** en hydraulique stagiaire ;
- Un public **mixte** avec des nouveaux arrivants et des spécialités hors du département production.

Ces différents publics ont permis d'éprouver la qualité de la formation sur plusieurs plans. Par exemple, un nouvel arrivant permet de savoir si les notions sont compréhensibles. L'étudiant en ingénierie permet de valider ou non la vulgarisation, puisque ce dernier est plus à même de connaître les termes corrects, et enfin le public mixte permet de tester les vraies conditions d'une formation et de corriger les légères imprécisions si nécessaire.

Premier nouveau technicien de conduite

Présentation : première, version finalisée mais quelques points à revoir

Date : 19 mai 2021

La première formation dispensée fut avec un nouveau technicien de conduite, c'est-à-dire le public cible du projet. Ce nouvel arrivant avait pour mission de soutenir la rotation des équipes en anticipation des vacances d'été et des indisponibilités dues à l'épidémie.

Le participant avait déjà fait trois jours d'observation dans l'entreprise et il fut accompagné de l'organisateur des plannings, ancien technicien de conduite, afin d'avoir également le retour d'une personne expérimentée.

La formation s'est bien passée, j'ai pu m'exprimer comme je le souhaitais de manière fluide et dynamique. Malheureusement le temps nécessaire à la présentation a été sous-estimé. J'ai donc dû terminer les deux dernières parties le lendemain en visioconférence.

Le technicien a posé quelques questions mais semblait légèrement perdu par moment, notamment lorsque je lui ai demandé d'intervenir.

Je pense que la présentation ne lui a pas plu car il aurait préféré affiner sa pratique plutôt que sa théorie. En revanche, le retour de l'organisateur des plannings fut bon. Il a eu l'occasion d'intervenir pour corriger quelques détails mais a souligné mon aisance à l'oral.

Ingénieur en hydraulique stagiaire

Présentation : deuxième, version consolidée avec questionnaire plus simple

Date : 15 juin 2021

L'ingénieur production a engagé un stagiaire en hydraulique pour l'été. Ayant entendu que ma formation revenait sur les bases de la conduite et couvrait une grande partie des thèmes de CLIMESPACE, il me demanda de lui dispenser la formation, dans un simple but pédagogique.

J'ai bien évidemment accepté pour aider mon collègue mais aussi pour continuer d'éprouver la formation, cette fois-ci avec un public différent.

Le profil d'ingénieur n'est pas forcément celui qui est visé. Il peut néanmoins permettre de prendre du recul sur les notions de physique, d'autant plus que l'hydraulique est sa spécialité.

Pour cette séance, j'ai réussi à bien organiser le temps en commençant dès le matin. Je me suis permis de passer un peu plus rapidement sur les parties théoriques pour plutôt me concentrer sur les parties industrielles.

Le participant avait l'air intéressé et répondait toujours positivement lorsque je l'interpellais. Malheureusement l'analyse de son langage corporelle est limitée à cause de son handicap, donc je ne peux pas en dire plus.

Il fut très satisfait d'avoir suivi une formation aussi complète en seulement une journée. Le support écrit l'a beaucoup aidé à avancer dans la suite de son stage après quelques semaines de recul.

Deuxième nouveau technicien de conduite

Présentation : quatrième, version finale

Date : 21 juillet 2021

Dans la même situation que le premier nouveau technicien de conduite, nous avons accueilli un deuxième technicien qu'il fallait donc former.

Il a pu bénéficier de la version finale de la formation (2 jours avant la fin de mon stage), validée par mes supérieurs hiérarchiques. En revanche, je n'ai appris qu'une heure avant que je dusse la dispenser, j'ai donc été relativement pris de cours mais cela n'a pas eu de conséquence car je maîtrisais parfaitement mon sujet.

Tout en restant clair et dynamique, je trouve que ma présentation était idéale. Bien calibrée en termes de temps et de rythme, claire sur les points simples, complète sur les points difficiles.

Le participant fut motivé et enthousiaste tout du long. Il posa des questions intéressantes et semblait comprendre les enjeux du métier. Son retour fut excellent mais je n'ai malheureusement pas pu le voir évoluer sur la durée.

Avec cette dernière présentation j'ai le sentiment d'avoir réalisé un très bon travail.

3. 2. La première formation officielle

Comme mentionné dans le paragraphe précédent, j'ai pu dispenser cette formation dans des conditions réelles lors d'une présentation qui fut la première à être réalisée officiellement (et la troisième au total).

Bien que le public présent ne correspondît pas totalement au public cible, à savoir de nouveaux techniciens de conduite, ce séminaire fut considéré par le service des ressources humaines comme faisant partie des crédits pour la formation des personnes présentes. En effet, CLIMESPACE alloue un budget et dédie des heures pour la formation continue de ses collaborateurs qui peuvent s'inscrire à n'importe quelle formation, interne ou externe, s'ils ont l'accord de leur supérieur hiérarchique.

En outre, j'ai pu gérer une feuille de présence, l'heure de début et de fin de formation, les pauses éventuelles, et la pause déjeuner qui s'est déroulée dans la salle de formation car il faut éviter que les participants ne s'éclipsent entre les deux parties de la présentation.

Personnellement, je n'ai jamais eu l'opportunité de participer à une formation aussi formelle. Je n'avais donc pas vraiment eu de référence pour m'organiser. J'ai donc agi avec bon sens.

Pour la présentation en elle-même, j'ai tout simplement réalisé le discours que j'avais toujours tenu jusque-là lors des autres formations.

Pour ce qui est des pauses en revanche, j'ai préféré être à l'écoute des personnes présentes. En effet, la plupart sont très compétents au sein de CLIMESPACE et peuvent donc vite s'ennuyer à l'écoute d'une formation qui revient sur des notions relativement basiques pour eux.

A l'issue des 5 heures de présentation et du questionnaire, les agents formés ont donné leur ressenti à chaud, en présence de mon maître de stage, lors d'un tour de table.

Parmi les participants, il y avait :

- Un technicien de conduite expérimenté ;
- Un responsable de la maintenance ;
- Un technicien en sous-station ;
- Une experte du traitement d'eau ;
- Un responsable méthode ;
- Un responsable généraliste ;
- Un stagiaire méthode ;
- Un technicien frigoriste ;
- Un nouvel arrivant au service sous-station.

Points positifs

La majorité des participants pense que cette formation est **indispensable** car elle donne les bases du fonctionnement de CLIMESPACE.

C'est également un point d'appui **écrit et clair**, beaucoup ont dit qu'ils aimeraient avoir un support écrit à la fin de la formation, ce qui est exactement ce qui était prévu.

De plus, certains ont mentionné le fait que cette formation permet d'éviter à un nouvel arrivant de **chercher lui-même** les informations. En effet, certaines notions sont essentielles mais leur existence est inconnue pour un novice, donc il n'est même pas en mesure de pouvoir demander de l'aide à ses collègues.

Etant donné que cette formation est assez générale et aborde la majorité des services de CLIMESPACE, elle pourrait être intéressante **pour les nouveaux arrivants de tous les services**, voire pour **tous les membres de l'entreprise**, peu importe leur ancienneté. Cet avis est unanime parmi les participants.

Pistes d'amélioration

La première piste d'amélioration concerne le **contenu** qui est parfois **imprécis**. Il était prévisible que des experts de leur domaine cherchent à corriger les notions qui leur paraissaient imparfaites, d'autant plus que cette formation avait aussi un but pédagogique pour moi-même. Cela s'est fait de manière bienveillante à chaque fois et j'ai eu des retours très positifs sur le contenu global.

Nous avons la chance d'avoir deux participants **nouveaux** chez CLIMESPACE. Leur avis nous importait donc beaucoup et il a été positif. Leur ressenti est une formation dense, complète et intéressante, qu'ils sont très satisfaits d'avoir suivi. Néanmoins, l'un d'entre eux, avec un profil « terrain » a fait remarquer qu'il manquait des **photographies** pour les éléments plus techniques.

Enfin, la formation aborde de nombreux services, mais il été constaté qu'il manquait une diapositive qui les mentionne **tous**. En présentant cela au début de la formation, cela permet d'avoir une vision encore plus générale, et cela aide aussi à savoir à qui s'adresser par la suite.

Questions en suspens

Lors du tour de table, plusieurs idées ont été proposées et/ou rappelées et méritent réflexion.

La première est le **moment de la formation**. Faut-il la faire dès le premier jour du nouvel arrivant, ou bien après quelques semaines d'observation dans son nouveau service ?

1. **Formation le premier jour** : Dans le premier cas, cela permet d'avoir de bonnes bases dès le début et donc de faciliter l'intégration et la suite de l'apprentissage sur le terrain. Cependant, la densité de la formation peut perdre le participant et il risque de ne pas retenir la plupart des informations ou de ne pas savoir ce qui est important pour lui.
2. **Formation après quelques semaines d'observation** : Dans le second cas, cela permet de découvrir le métier sur le terrain, d'avoir de premières explications de ses collègues, puis d'être plus attentif lors de la formation car une personne sensibilisée retient mieux et comprend mieux les enjeux. L'inconvénient est que l'apprentissage est plus long, que le nouvel arrivant « perd » deux à trois semaines car il n'est pas opérationnel, et qu'il n'y a aucune garantie sur la pertinence de ce qu'il apprendra seul.

Le deuxième point est la création d'un **questionnaire d'entrée** pour les membres actuels de CLIMEPSACE. Le but est de les mettre face à leurs lacunes pour qu'ils donnent plus

de crédit à la formation. Ce questionnaire rapide et technique était en cours d'élaboration au moment de la présentation mais l'idée a finalement été abandonnée.

Analyse du questionnaire

Au terme de la formation, les résultats de 9 questionnaires ont été analysés.

Il est intéressant de noter que la meilleure note a été obtenue par un technicien de conduite expérimenté (19,3/20) et que la moins bonne note revient à un nouvel arrivant au service sous-station (14/20). Cela permet d'écarter le facteur aléatoire du QCM. Il y a un lien entre le niveau réel et le niveau décrit par le résultat du questionnaire même s'il est difficile à évaluer précisément.

Idéalement, il faudrait répondre au questionnaire avant et après la formation, puis comparer les résultats, mais cela est évidemment impossible car l'agent formé aurait déjà la plupart des questions en tête.

La moyenne de ce questionnaire est de 17,7/20. Cette note est élevée mais le panel est constitué de 7 professionnels du secteur. Si l'on souhaite pousser l'analyse de ce chiffre, deux scénarios sont envisageables.

- Le premier est que la formation a été très efficace et a donc contribué aux nombreuses bonnes réponses des participants
- La deuxième est que le questionnaire est trop simple et/ou que les mauvaises réponses étaient trop aberrantes, facilitant ainsi le choix de la bonne réponse par élimination.

Il est impossible de trancher pour l'une ou l'autre de ces éventualités avec une unique formation et un panel aussi faible. A mon avis la réponse est une réunion des deux phénomènes. Quoiqu'il en soit, cela a poussé à approfondir l'analyse aux questions en elles-mêmes.

En étudiant le taux de réussite (nombre de bonnes réponses/nombre de réponses totales) de chacune des 60 questions, seules 2 questions ne dépassent pas les 50% de réussite alors que 28 d'entre-elles culminent à 100% de réussite, soit presque la moitié des questions au total.

A nouveau, il est difficile de réellement savoir pourquoi tant de questions ont été bien répondues, donc je ne vais pas me livrer à une quelconque interprétation.

En revanche, le faible taux de réussite des deux questions témoigne forcément d'une incompréhension, soit dans la question en elle-même, soit lors de la présentation. Après les avoir longuement revues, je suis parvenu à la conclusion que les réponses proposées peuvent être piégeuses.

Comme je le redoutais, ces questions concernent des phénomènes physiques et les réponses proposées jouent sur quelques détails.

Sans vous livrer l'intitulé exact des questions, disons que la première comportait deux bonnes réponses selon le cas d'utilisation alors qu'une seule bonne réponse était attendue.

Puis, la deuxième demandait de préciser une notion alors que les réponses proposées présentent trois notions vues durant la formation, ce qui peut légitimement embrouiller l'agent formé qui n'a pas totalement assimilé ces trois notions.

Finalement, lors de la correction, les participants ont compris leur erreur et n'ont pas vraiment remis en cause la difficulté de ces deux questions. Nous considérerons donc que ces questions étaient simplement les plus difficiles et permettaient de mettre en avant ceux qui

avaient bien répondu (notamment le technicien de conduite expérimenté qui les a réussis toutes les deux).

3. 3. Validation par le directeur des opérations

Pour terminer mon stage, j'ai présenté mon travail au directeur des opérations. Lors d'une réunion organisée avec le responsable du pôle production, les deux responsables RH, le responsable de l'organisation et mon maître de stage, j'ai présenté mes résultats et le potentiel de la formation.

Le contenu lui a globalement plu mais ses responsabilités l'incitèrent à faire de nombreuses remarques enrichissantes. Il souhaitait notamment faire le point :

- Sur la durée de la formation qui pourrait être faite en deux jours ;
- Que l'on insiste sur les parties sécuritaires ;
- Que la formation de conduite soit un peu plus pratique.

En effet, la commande du directeur était « une formation de conduite » mais finalement le nouvel arrivant n'est pas capable de conduire le réseau simplement avec les documents qui ont été produits car l'expérience sur le terrain reste indispensable.

Cette position est clairement assumée, la formation se veut théorique et bien différente de ce qu'on pourrait attendre d'un tutoriel notamment. L'idée de développer cet aspect explicatif, par exemple en détaillant davantage l'utilisation des commandes du logiciel de gestion centralisé, fera l'objet d'une autre mission qui s'annonce assez fastidieuse étant donné la quantité de centrales et les spécificités de chacune d'elles.

3. 4. Retour d'expérience personnel

Mon avis sur cette formation est très positif. Je pense avoir totalement répondu à la problématique de la mission en apportant ma rigueur pour créer et améliorer le contenu de la formation.

J'ai également pris soin de ne pas me perdre dans des propos trop généraux en me focalisant sur le profil d'un technicien de conduite et sur les missions qui l'attendent dans son travail.

Il y a évidemment toujours une place pour l'amélioration mais les retours d'expérience doivent se faire sur plusieurs mois voire plusieurs années, avec de nombreux nouveaux arrivants.

Il faudrait être capable de quantifier l'impact de cette formation sur le niveau des techniciens de conduite. Par exemple, si l'on arrive à rendre systématiquement un technicien opérationnel après 8 mois au lieu d'1 an, on pourra approuver l'efficacité du dossier. Encore faut-il évaluer objectivement les capacités d'un technicien de conduite.

D'un point de vue personnel, j'ai trouvé cette expérience très enrichissante pour mon bagage technique. Le domaine de l'optimisation énergétique m'était inconnu et je suis aujourd'hui très satisfait de l'avoir découvert.

Les réseaux de froid urbain sont devenus, à mes yeux, un immense espoir pour la crise climatique que subit Paris et les autres métropoles ces dernières années. Il ne fait aucun doute que ce domaine va continuer son essor et constitue une source d'emplois de demain.

J'encourage tous mes camarades étudiants en génie urbain à se pencher de plus près sur les missions proposées par CLIMESPACE à l'avenir.

CHAPITRE 5 - LIMITES ET PERSPECTIVES D'EVOLUTION

1. Une opportunité pour l'entreprise ?

CLIMESPACE vit dans un contexte particulier depuis quelques mois. La ville de Paris a signé en 1991 un contrat de concession exclusif pour la gestion des réseaux de froid urbain parisien pour 30 ans. Aujourd'hui, en 2021, ce contrat arrive à son terme et la ville de Paris a lancé un nouvel appel d'offre, dont l'issue sera connue fin septembre 2021.

Alors que la plupart des entreprises auraient figé leur position en attendant un avenir certain, CLIMEPSACE a préféré continuer ses investissements pour maximiser son efficacité énergétique, notamment avec cette formation.

Si l'issue est favorable pour ce partenaire historique, il est évident que ce genre de module pédagogique continuera à se développer.

Après avoir terminé la plus grande partie du travail, une nouvelle opportunité s'est présentée : **utiliser la formation de conduite en dehors du département de la production.**

Dans un premier temps, pour renouer les liens entre les techniciens de conduite et leurs collaborateurs au sein des autres services, il est prévu de dispenser cette formation aux techniciens des autres services pour qu'ils comprennent mieux les métiers de la conduite.

Dans un second temps, cette formation, dense et complète, a le potentiel pour ouvrir la voie à une formation générale CLIMESPACE qui serait dispensée à tous les nouveaux arrivants, quel que soit leur rôle.

Dans cette optique, j'ai pu m'entretenir avec l'ingénieure responsable des équipes sous-stations chargées de la maintenance des équipements chez les clients. En lui présentant les grandes lignes et les objectifs pédagogiques de la formation, l'idée lui parut très intéressante.

A l'image de ce qui ressort du chapitre précédent sur le retour d'expérience, cette formation lui semble être un point d'appui indispensable qui lui aurait également manqué lors de son arrivée chez CLIMESPACE.

2. Le biais du formateur

Généralement, un ingénieur cherche à être le plus compétent possible dans son domaine, en apprenant au quotidien. Finalement, il maîtrise son sujet mais parfois cela peut l'empêcher de l'expliquer clairement.

J'ai appelé cela le **biais du formateur**. Un biais, dans le sens de biais cognitif, est un schéma de pensée faussement logique qui affecte les choix d'un individu⁵. Dans notre cas, il s'agit d'un jugement qui tend à rendre évident de nombreux points techniques sous prétexte qu'ils sont devenus simples après les avoir étudiés en profondeur.

Ce phénomène n'est pas nouveau, il est même souvent recherché dans certaines offres d'emploi sous l'appellation « d'expérience ». Or, dans le cas d'un formateur, cela peut être un frein s'il n'en prend pas conscience suffisamment tôt.

⁵ <https://www.usabilis.com/definition-biais-cognitifs/>

En effet, un formateur doit **expliquer** une notion qu'il maîtrise parfaitement à des personnes qui n'ont peut-être même pas les bases du sujet. Cela peut facilement conduire à évincer les points compliqués ou à rentrer dans de nombreux détails non-essentiels pour un débutant.

J'ai pu expérimenter cela à deux occasions.

La première fut lors de **mon arrivée**, lorsque je n'avais pas les notions nécessaires des réseaux de froid urbains. Il me fallait emmagasiner un maximum d'informations en un minimum de temps. Malheureusement, je me faisais difficilement comprendre au début, car certaines notions étaient trop évidentes aux yeux de mes supérieurs pour ne pas être déjà assimilées, notamment lorsqu'il est question de vocabulaire. On m'a même reproché de ne pas poser assez de questions au début de mon stage, alors qu'avec le recul, je pense que je ne savais tout simplement pas quelles questions poser. Après des années d'expérience, il est difficile de voir des problématiques alors que lorsque l'on débute, la majorité des notions sont des problématiques en elles-mêmes.

Ma deuxième expérience du biais du formateur est apparue lorsque **j'ai réellement exercé la formation**. A mesure que mon discours se fluidifiait, il m'arrivait d'omettre d'expliquer certains détails, ou que je ne définissais certains mots de vocabulaire car ils m'étaient devenus familiers. Je m'en suis rendu compte en répondant aux questions des personnes que j'ai formées.

De plus, lorsque j'ai montré la première version de mon questionnaire au responsable de la production, celui-ci m'a répondu qu'il serait trop difficile pour les nouveaux arrivants, ce à quoi je répondis par la négative car avec un peu de concentration le questionnaire était tout à fait faisable et aucune question n'était insurmontable. Cependant les faits lui ont donné raison car lors de la première formation, le nouvel arrivant a eu beaucoup de difficultés à répondre, au point d'abandonner après presque 2 heures de réflexion alors que je pensais à une durée de 30 minutes pour l'épreuve.

Ayant été victime et acteur du biais du formateur, je voulais absolument éviter de le laisser transparaître dans mon rendu final. D'ailleurs, ce point a été mis en avant, dès ma recherche de stage, en insistant sur le fait que la formation est destinée à des techniciens **débutants**.

Ainsi, j'ai essayé de me poser un maximum de questions au fil de mes relectures :

- Est-ce que tous les termes sont compréhensibles pour un débutant ?
- Est-ce que les explications sont accessibles ?
- Est-ce que le niveau de détail est adapté au public cible ?
- Les schémas sont-ils clairs ? Faut-il en ajouter ?

Le moment où il est le plus probable d'omettre une notion se situe **durant** la présentation. Ainsi, j'ai par exemple pris le soin de mettre un encadré avec tout le vocabulaire nécessaire pour la diapositive présentée. Cela permet aux participants d'y jeter un œil si besoin, et au formateur de se remettre dans un contexte où ces mots ne sont pas forcément connus de tous.

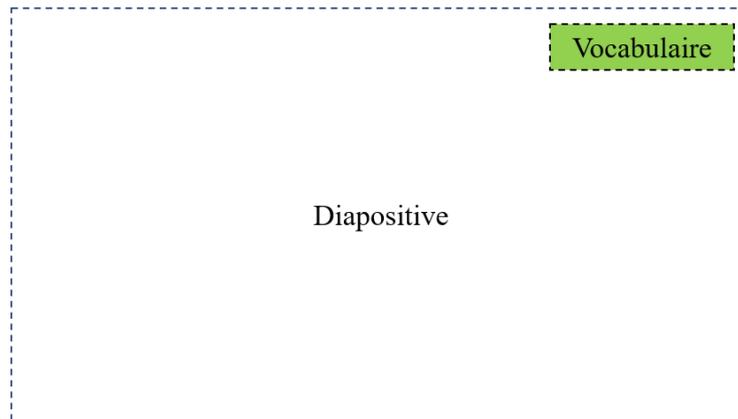


Figure 17. Trame d'une diapositive avec les mots de vocabulaire principaux

Finalement, puisque je ne dispenserai plus cette formation pour CLIMESPACE, il y a un risque que le futur formateur soit sujet à ce biais, ce qui ouvre la question du rapport entre un formateur et sa formation.

3. Un formateur pour une formation

La formation de conduite a été produite par deux stagiaires ingénieurs qui ne font plus partie de l'entreprise actuellement. Logiquement, le prochain formateur sera donc une personne qui n'a pas réalisé la formation, ou du moins pas de manière significative.

Cela pose la question de **l'importance du formateur**.

En effet, celui qui crée un texte est plus apte à en comprendre les subtilités que celui qui le lit. C'est encore plus flagrant pour une présentation qui a pour particularité d'afficher le moins de texte possible pour ne pas être trop lourde, et comporte donc moins d'indications pour le présentateur.

De plus, lorsque j'ai réalisé la formation, j'y étais totalement dédié et mon esprit ne se préoccupait d'aucune autre problématique, ce qui ne sera vraisemblablement pas le cas pour le futur formateur.

Toutes ces remarques laissent penser que la formation n'est jamais aussi claire que lorsqu'elle est réalisée par son auteur (ou un participant important).

Une vision plus optimiste mettrait en avant le fait qu'une bonne formation doit être simple à comprendre aussi bien pour les agents formés que pour les formateurs. En d'autres termes, elle doit être assez claire, précise, rythmée et pertinente, pour être présentée par n'importe quel formateur, sous réserve qu'il se prépare un minimum.

Cependant, je pense que ce cas est bien trop idéalisé pour cette formation. Les documents sont issus d'un travail très personnel, orienté selon ma manière de voir la pédagogie sous-jacente. De plus, lors de la préparation je me suis exclusivement mis à la place d'un présentateur, sans forcément penser à mes successeurs éventuels.

Cette difficulté n'est absolument pas insurmontable, mais je tenais quand même à la souligner car c'est un paramètre que j'aurais aimé améliorer si mon stage avait duré quelques semaines/mois supplémentaires.

A l'heure de quitter l'entreprise, la question du futur formateur n'a pas été totalement tranchée, sans doute à cause de l'incertitude liée à l'appel d'offre de la ville. Nous avons

mentionné la possibilité qu'un technicien expérimenté puisse la dispenser mais cela risque de réduire la rigueur exigée.

Autrement, la formation peut être faite par un responsable de la production mais cela soulève un problème de temps (le métier de responsable est très prenant) mais également un autre biais qui peut être la **peur de poser des questions pour ne pas passer pour un incompetent**. Il existe un scénario très réaliste dans lequel les participants ne comprennent pas bien les notions mais n'osent pas poser de questions par peur du « ridicule ». Le questionnaire final ainsi que le document écrit sont sensés réduire ce phénomène mais l'intérêt de la présentation peut être remise en question dans ce cas.

4. La considération des techniciens

La formation est destinée aux techniciens de conduite, pour les aider à faciliter leur intégration. Cela semble être un geste visant à nouer plus facilement les liens entre les anciens et les nouveaux, à augmenter le niveau moyen des techniciens et c'est également un moyen de montrer que les techniciens, bien qu'en bas de l'échelle hiérarchique, sont considérés.

Bien que cela soit en partie vrai, ce constat reste à nuancer.

La principale remarque que j'ai pu entendre remet en question la pertinence d'avoir engagé un ingénieur en génie civil pour effectuer un travail pédagogique sur un procédé industriel. Ce qui peut être une incohérence en apparence est appuyé par le fait que les techniciens n'ont vraisemblablement pas été consulté, ni pour donner leur avis sur le projet, ni pour aider à y contribuer.

C'est aussi valable pour les autres techniciens hors de la conduite. Par exemple, lors d'une de mes visites à la centrale des Halles, j'ai pu passer une demi-journée avec les techniciens frigoristes. En leur expliquant le but de ma mission, ils ont été assez surpris de ne pas avoir été sollicités plus tôt. L'un d'eux s'est même offusqué : « pourquoi ne nous l'ont-ils pas demandé à nous ? ».

Cette problématique fragilise davantage la situation actuelle dans laquelle les techniciens se sentent relativement exclus du reste de l'entreprise. En effet, préparer une formation de conduite laisse sous-entendre que le travail n'était pas bien réalisé jusqu'alors. De plus, ENGIE a investi énormément de moyen pour automatiser la conduite des réseaux, et ce depuis plusieurs années, créant un climat assez tendu et la sensation qu'ils ne sont plus désirés.

Je tenais à souligner ce dysfonctionnement même s'il ne m'a pas réellement freiné lors de mon stage. Les techniciens ont toujours fait preuve de bienveillance envers moi, les discussions ont été très enrichissantes, l'expérience de formateur m'a beaucoup apporté d'un point de vue personnel et l'intégration semble avoir bien fonctionné pour les nouveaux arrivants.

Cependant, ces dysfonctionnements managériaux **existent**, qu'ils soient conscients ou non, notamment le manque de clarté sur les réelles intentions des responsables vis-à-vis des techniciens. Je m'efforcerai dans mes futurs emplois de veiller sur ce point en particulier.

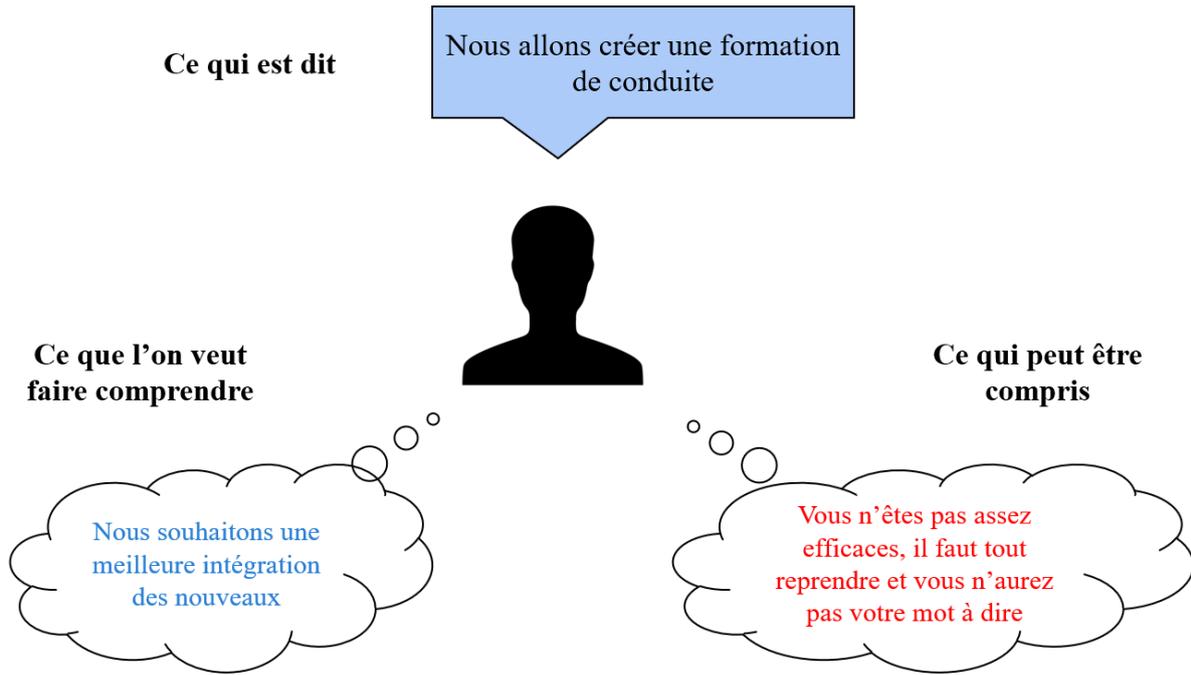


Figure 18. Ambiguïté des intentions poussée à l'extrême

CONCLUSION

Reprendre une formation destinée à des techniciens m'a apporté plus de problématiques que ce que je ne pensais a priori. Entre notions techniques, théoriques, relations humaines, aspect psychologique, succès et échecs, la mission qui m'a été proposée s'est avérée très riche d'enseignements.

Après 24 semaines de travail et 3 livrables produits, CLIMESPACE peut enfin lancer son projet de formation pour accélérer l'intégration de ses nouveaux techniciens de conduite, métier si particulier et pourtant si essentiel pour la capitale française.

Après de nombreux tests et de multiples retours d'expérience, j'ai œuvré pour produire le document le plus pertinent en m'affranchissant des biais qui auraient pu altérer la qualité du rendu.

Cette formation, cantonnée à un secteur très spécifique, peut s'enorgueillir d'être l'inspiration d'autres projets à plus large échelle comme la formation globale CLIMESPACE ou encore le tutoriel du logiciel de gestion centralisé.

Néanmoins, seule l'expérience pourra nous valider les analyses, l'évaluation de la formation sur le long terme restant en suspens.

Cette expérience professionnelle m'a montré une voie d'avenir qui m'était inconnue. Cependant, mon futur s'oriente aujourd'hui vers un élargissement de mes compétences au sein d'une école de commerce bien que je reste convaincu que mes compétences d'ingénieurs me soient indispensables longtemps.

BIBLIOGRAPHIE

1. Ressources générales

- Site internet de CLIMESPACE - <https://www.climespace.fr/>
- Etat actuel et avenir des réseaux de froid selon Les Echos – *La climatisation et les réseaux de froid restent balbutiant en France* - <https://www.lesechos.fr/industrie-services/energie-environnement/la-climatisation-et-les-reseaux-de-froid-restent-balbutiants-en-france-1031803>
- Site ABC Clim - Ressource technique et théoriques des procédés de climatisation - <https://www.abcclim.net/>
- Podcast TED « Comment faire une bonne présentation » - https://www.ted.com/playlists/574/how_to_make_a_great_presentation

2. Sources des figures

- Figure 1 : CLIMESPACE
- Figure 2 : production personnelle
- Figure 3 : production personnelle
- Figure 4 : https://www.notre-planete.info/terre/climatologie_meteo/ilot-chaaleur-urbain.php
- Figure 5 : domaine public, récupérée sur https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/pollution/aux-etats-unis-la-climatisation-accentue-le-rechauffement-climatique_112661
- Figure 6 : CLIMESPACE
- Figure 7 : <https://scribeo.liberation.fr/special-immobilier-d-entreprise/climespace/>
- Figure 8 : CLIMESPACE
- Figure 9 : Les Echos
- Figure 10 : production personnelle
- Figure 11 : CLIMESPACE
- Figure 12 : CLIMESPACE
- Figure 13 : production personnelle
- Figure 14 : production personnelle
- Figure 15 : Wikipédia
- Figure 16 : production personnelle
- Figure 17 : production personnelle
- Figure 18 : production personnelle

ANNEXE 1. CONSIGNES DU QUESTIONNAIRE

Félicitations, vous venez de terminer votre journée de formation de conduite. Un document écrit dans lequel vous trouverez toutes les informations de cette présentation et de nombreux éléments complémentaires vous sera remis.

Nous allons finir par un questionnaire à choix multiple qui vous permettra de faire un point sur vos nouveaux acquis. Il ne s'agit pas d'un examen scolaire, mais simplement d'une manière de vous auto-évaluer pour pouvoir mieux appréhender la suite de votre apprentissage au sein de CLIMESPACE.

C'est aussi une manière pour nous d'améliorer la formation si nous constatons qu'un des points n'a pas été clair.

Le questionnaire est composé de 58 questions à choix multiples et de 2 questions ouvertes. Soit 60 questions.

Il n'y a qu'une seule bonne réponse par question. Lisez-les bien : parfois il faut cocher la bonne réponse et parfois, au contraire, il faudra éliminer une mauvaise réponse.

Si vous trouvez que plusieurs réponses conviennent, choisissez celle qui répond le mieux à la question. Et de même si vous trouvez qu'aucune réponse ne convient, choisissez celle qui se rapproche le plus de la solution à la question.

Les questions ouvertes sont volontairement assez générales. Le but est d'y écrire le plus de notions possibles.

La durée totale est estimée à 30 minutes.

