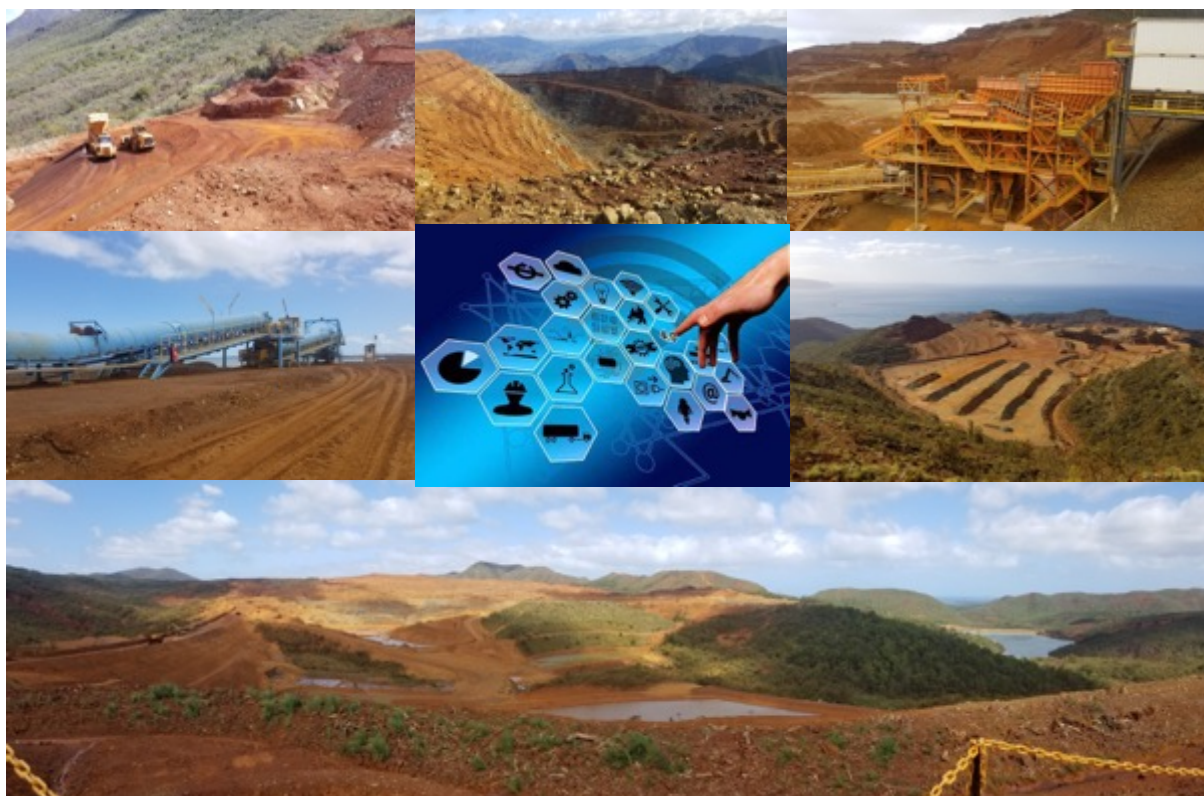


Rapport Scientifique 2020

PROGRAMME MINE DU FUTUR

Rapport d'avancement à mi-Parcours



*Étude réalisée dans le cadre des programmes de recherche financés par
le CNRT « Nickel & son environnement »*

Mai 2020

CNRT
NICKEL
& son environnement



« Rapport d'avancement à mi-parcours »

Rapport intermédiaire

Mai 2020

Ouvrage collectif coordonné par Jean-Alain Fleurisson (ARMINES - Géosciences)
Pour le consortium ARMINES-UQAT-GEORESSOURCES-ORE

AUTEURS :

Jean-Alain Fleurisson (ARMINES - Géosciences)
Noémie Fayol (IMT Mines Alès)
Didier Grosгурin (ORE)
Yann Gunzburger (GeoRessources)
Michel Jébrak (GeoRessources)
Robert Marquis (UQAT)

RÉVISION DU DOCUMENT

Réf.	CSF N°7PS2017 – CNRT.ARMINES/MINE DU FUTUR			
Version	Date	Rédacteur(s)	Qualité du rédacteur(s)	Révision pour CNRT
V1	31/05/2020	Jean-Alain Fleurisson (ARMINES)	Coordinateur du programme	F. Bailly

CITATION DU DOCUMENT

Mots clés : Mine du Futur, automatisation, mutualisation de moyens

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Fleurisson J.A., Fayol N., Grosгурin D., Gunzburger Y., Jébrak M., Marquis R., (2020) –Rapport d'avancement à mi-parcours. Programme « Mine du Futur ». CNRT « Nickel & son environnement. 18 pages.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	5
2. PROGRAMME DE TRAVAIL PRÉVU AU CONTRAT	5
3. TRAVAUX RÉALISÉS	6
3.1. MISSION 1 EN NOUVELLE-CALÉDONIE (T1 ET T3)	6
3.2. ANIMATION DU COMITÉ INTER-MINIER (T3)	8
3.3. PORTRAIT DES COMPÉTENCES NUMÉRIQUES DES EMPLOYÉS DE L'INDUSTRIE MINIÈRE (T2 & T3)	8
3.4. PRÉPARATION DE LA MISSION 2	10
4. DIAGRAMME DE COMPLÉTION	12
5. POURSUITE DU PROJET	13
5.1. DIFFICULTÉS RENCONTRÉES PAR L'ÉQUIPE SCIENTIFIQUE AU COURS DE LA PREMIÈRE PHASE DU PROJET	13
5.2. PROGRAMME DE TRAVAIL PROPOSÉ POUR LA SUITE DU PROJET	13
6. CALENDRIER ET BUDGET	15
7. ANNEXE : BILAN DES 26 INFOLETTRES PUBLIÉES ENTRE OCTOBRE 2019 ET AVRIL 2020	16

LISTE DES SIGLES & ABREVIATIONS

CFTMC	Centre de Formation aux Techniques des Mines et des Carrières
CIM	Comité Inter Minier
CNRT	Centre National de Recherche Technologique
DIMENC	Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie de Nouvelle-Calédonie'
INMQ	Institut National des Mines du Québec
IRD	Institut de Recherche pour le Développement
KNS	Koniambo Nickel SAS
MKM	Société Mai Kouaoua Mines
NMC	Nickel Mining Compagny
OPT	Office des Postes et Télécommunications de Nouvelle-Calédonie
ORE	Omega Ressources Exploration
SLN	Société Le Nickel
SMT	Société des Mines de la Tontouta – Groupe Ballande
SMCB	Société des Mines de Cap Bocage – Groupe Ballande
SMGM	Société des Mines Georges Montagnat
SMN	Société des Mines de Nakéty – Groupe Ballande
UL	Université de Lorraine
IMT	Institut Mines Télécom
UNC	Université de Nouvelle Calédonie
UQAM	Université du Québec à Montréal
UQAT	Université du Québec en Abitibi Témiscamingue
VNC	VALE Nouvelle-Calédonie

1. INTRODUCTION

En 2019, le CNRT-Nickel et son environnement lançait un projet « Mine du Futur-automatisation de la mine & mutualisation des moyens ». Les travaux sont menés par un consortium formé de Jean-Alain Fleurisson, Coordonnateur Scientifique (ARMINES-MINES ParisTech, Robert Marquis (UQAT, Université du Québec en Abitibi Témiscamingue), Yann Gunzburger, Michel Jébrak (Université de Lorraine - GéoRessources), Noémie Fayol (ARMINES-IMT Mines Alès) et Didier Grosgrurin (ORE, Nouméa)

Les objectifs du projet CNRT Mine du Futur sont d'explorer les voies possibles d'automatisation par intégration de technologies innovantes dans le processus minier, et d'étudier les possibilités de mutualisation de moyens entre les compagnies minières opérant en Nouvelle-Calédonie. Le terme d'automatisation doit s'entendre dans un sens très large comme une approche technologique permettant un meilleur contrôle des opérations minières. Il inclut mais ne se limite pas au déploiement d'équipements miniers mobiles et autonomes. En fait, dans le contexte minier calédonien, le défi consiste avant tout à déployer de nouvelles technologies permettant une utilisation en temps réel des données numériques fournies par différents capteurs dont certains sont déjà installés sur des équipements mobiles sélectionnés et en usage sur plusieurs sites miniers

Dans un premier temps, le projet établira un bilan de la situation actuelle du secteur minier local et identifiera les secteurs prioritaires d'évolution dans le contexte socio-économique et environnemental de la Nouvelle-Calédonie.

La seconde étape concerne la création et l'animation d'un groupe de travail regroupant les diverses entreprises minières locales par la mise en place d'une veille technologique prospective utile à la prise de décisions stratégiques.

2. PROGRAMME DE TRAVAIL PRÉVU AU CONTRAT

Le projet est structuré en deux parties et quatre tâches.

- **1^{ère} partie : dresser un bilan de la situation actuelle de l'industrie minière locale vis-à-vis de l'automatisation et élaborer des propositions d'évolution**
 - ❑ ***Tâche 1 (T1) : dresser un état de la situation de l'industrie minière vis-à-vis de l'automatisation et de ses attentes dans ce domaine.***
 - ✓ Réunion de cadrage pour présenter le projet et identifier les interlocuteurs sous l'égide du Syndicat des Industries de la Mine (SIM)
 - ✓ Visites de quelques sites miniers pour prendre connaissance de leurs spécificités
 - ✓ Élaboration d'un questionnaire et transmission aux différentes entreprises minières dans l'objectif de connaître l'état d'avancement de l'innovation et de l'automatisation dans chaque entreprise et de recueillir également les attentes des entreprises en termes d'objectifs et de secteurs prioritaires
 - ✓ Analyse des résultats et comparaison avec la situation dans de grands pays miniers tels que le Canada, l'Australie et l'Amérique du Sud
 - ❑ ***Tâche 2 (T2) : étude prospective pour déterminer quels sont les effets attendus de la transformation numérique dans les processus miniers*** en termes de productivité, santé et de sécurité, impacts sociaux et environnementaux

- ✓ Revue de littérature sur des retours d'expérience concernant les effets attendus de la transformation numérique (productivité, santé et sécurité, impacts sociaux et environnementaux)
 - ✓ Identifier des prérequis nécessaires et des freins à l'implantation de technologies numériques en Nouvelle-Calédonie
 - ✓ Établir les priorités d'action dans le contexte de la Nouvelle-Calédonie, et identifier les processus automatisables dans la chaîne de production à court, moyen et long terme
 - ✓ Identifier les mutations requises en termes de formation, de réorganisation du travail et les impacts potentiels sur les mécanismes d'encadrement de l'activité minière
- **2ème partie : création et animation d'un groupe de travail inter-minier en Nouvelle-Calédonie.**
- ***Tâche 3 (T3) : créer et animer un groupe de travail formé de représentants de différentes compagnies minières*** motivés pour mettre en œuvre de nouvelles technologies permettant l'automatisation de tout ou partie de la chaîne de valeur
 - Alimenter la réflexion sur l'innovation technologique et organisationnelle
 - Encourager la mutualisation des moyens ou d'opérations à l'échelle du territoire
 - ***Tâche 4 (T4) : organiser un voyage d'étude en Australie pour des professionnels de la mine et des décideurs du secteur minier en Nouvelle-Calédonie***

3. TRAVAUX RÉALISÉS

3.1. MISSION 1 EN NOUVELLE-CALÉDONIE (T1 ET T3)

La première mission a été réalisée du 26 Août au 6 Septembre 2019 par trois des membres de l'équipe du Consortium : Jean-Alain Fleurisson, Robert Marquis et Didier Grosгурin.

Globalement, cette mission représentait une première prise de contact avec les acteurs du secteur minier néocalédonien et avec le terrain. Pour les membres de l'équipe du consortium, il s'agissait donc avant tout d'établir une relation de confiance avec les acteurs du secteur minier de la Nouvelle-Calédonie. Les nombreuses rencontres, organisées au préalable par Didier Grosгурin (ORE), se sont succédées à un rythme soutenu à Nouméa et sur 8 sites miniers répartis sur tout le territoire. Dans un premier temps, elles ont permis de prendre connaissance de la grande variabilité des spécificités topographiques propres à chaque site d'exploitation. La qualité des échanges avec les dirigeants miniers des grands groupes et des petits mineurs a aussi permis d'évaluer sommairement le degré de maturité des entreprises vis-à-vis de l'utilisation des technologies numériques dans le processus minier. Ces échanges furent également très profitables pour recueillir les attentes des entreprises face au projet à la fois en termes d'objectifs spécifiques et de secteurs prioritaires.

La mission a permis de remplir les tâches suivantes :

- **Réunion de cadrage (T1)** pour présenter le projet aux représentants des compagnies minières
- **Visite des quelques sites miniers (T1)** pour prendre connaissance des spécificités de chaque entreprise, connaître le degré de maturité organisationnel de chaque entreprise vis-à-vis de l'automatisation, connaître le plan stratégique des entreprises vis-à-vis de l'automatisation et de recueillir également les attentes des entreprises en termes d'objectifs et de secteurs prioritaires
 - Grands groupes : KNS, SLN, VALE
 - PME : Ballande (SMT), Montagnat (SMGM), NMC
 - CFTMC, UNC et OPT

➤ **Élaboration et distribution d'un questionnaire à l'attention de chaque employé (T1) des différentes entreprises minières dans l'objectif d'établir le portrait des compétences numériques des personnels**

Utilisation du questionnaire établi par l'INMQ (Institut National des Mines du Québec) dans le cadre d'un partenariat entre le Consortium et l'INMQ destiné à établir le portrait des compétences numériques des employés

- Leur profil personnel
- Leur profil numérique
 - Quels outils numériques utilisent-ils ?
 - Quel est leur niveau d'utilisation ?
 - Quelle est leur perception de leurs compétences numériques sous les composantes technique, cognitive et collaborative (au travail ou à la maison) ?
 - Quelles sont leurs motivations à utiliser les outils numériques ?
 - Quelles sont leurs craintes pour utiliser plus de technologies numériques ?
 - Quelle est leur perception du soutien de l'entreprise et de l'accompagnement pour l'utilisation de nouvelles technologies ?

➤ **Élaboration et distribution d'un questionnaire « projet en cours utilisant des technologies numériques » à l'attention des compagnies minières (T1)**

Les projets en question concernent des innovations technologiques et des retours d'expérience sur divers sujets d'intérêt général (véhicules hybrides, systèmes de gestion des opérations minières, automatisation d'analyses...) identifiés au cours des visites. Les objectifs de ces questionnaires étaient d'identifier les obstacles éventuels à la mise en œuvre d'un projet innovant dans les entreprises, d'identifier les besoins de formation et dans certains cas, de préciser les possibilités de mutualisation.

Malheureusement, malgré plusieurs relances, seules 4 réponses ont été obtenues, ce qui s'est avéré constituer un nombre trop faible pour pouvoir en dégager des conclusions pertinentes. Une analyse de ces quatre projets a fait l'objet de l'Infolettre N°18.

➤ **Création du Comité Inter-Minier (T3) : groupe composé de représentants des compagnies minières avec des compétences diversifiées (mine, environnement, services informatiques, ressources humaines ...) dont la liste a été arrêtée à l'occasion de la réunion de fin de la première mission**

➤ **Rapport de mission**

La mission a fait l'objet d'un rapport envoyé aux membres du CIM et déposé sur le site web du CNRT, et référencé comme suit :

Fleurisson J.A., Marquis R., Grosgrin D. (2019) – Compte rendu de mission 1 (26 Aout- 6 Septembre 2019). Programme « Mine du Futur ». CNRT « Nickel & son environnement. 16 pages.

Un premier bilan de la mission Août-Septembre 2019 fait ressortir les points suivants.

- Les visites des sites miniers ont souligné :
 - Les spécificités variées des sites d'extraction
 - La maturité numérique variable des entreprises
 - L'identification de quelques points de convergence sur des technologies partagées (drones, déploiement de capteurs sur équipements mobiles, analyses dédiées au contrôle de la qualité du minerai) qui pourraient faire l'objet de mutualisation

- L'identification de freins à la mise en place de technologies numériques
 - Le réseau de communication public actuel (couverture 3G et 4G incomplète sur les sites miniers),
 - Une offre réduite de formations disponibles en Nouvelle-Calédonie.
- Un questionnaire destiné à établir le portrait des compétences numériques des personnels, et un questionnaire projet destiné à évaluer le degré de maturité des entreprises vis-à-vis de l'utilisation des technologies numériques, ont été distribués pour des réponses attendues dans les deux mois suivant la mission.

3.2. ANIMATION DU COMITÉ INTER-MINIER (T3)

Une veille stratégique a été mise en place sous la forme d'une Infolettre hebdomadaire s'appuyant sur le bulletin Mine Avenir délivré par l'INMQ et une revue de la littérature (T3).

À ce jour, 26 Infolettres ont été envoyées aux membres du CIM et sont également disponibles sur le site web du CNRT (voir liste en annexe). Elles ont porté sur les thèmes suivants :

- Implantation de l'automatisation
- Aspects humains de l'implantation de technologies numériques
- Formation, compétences
- Présentation de structures de concertation mises en place au Québec

3.3. PORTRAIT DES COMPÉTENCES NUMÉRIQUES DES EMPLOYÉS DE L'INDUSTRIE MINIÈRE (T2 & T3)

Les réponses aux questionnaires distribués lors de la première mission, obtenues essentiellement en Février et Mars 2020, ont été analysées et ont fait l'objet d'un **rapport envoyé aux membres du CIM et disponible également sur le site web du CNRT**.

Fayol N., Fleurisson J.A., Grosgruin D., Gunzburger Y., Jébrak M., Marquis R., (2020) – Compétences numériques des personnels de l'industrie minière en Nouvelle-Calédonie. Programme « Mine du Futur ». CNRT « Nickel & son environnement. 26 pages.

Les points suivants peuvent être soulignés :

- **Seulement 360 réponses au questionnaire ont été reçues**, ce qui représente un taux de retour faible, principalement dû au très faible taux de réponse de la part des grands groupes (SLN, KNS et VALE), les petites et moyennes entreprises, de même que le CFTMC, ayant fourni un effort conséquent de récoltes des données. Les résultats de l'enquête sont à lire en gardant à l'esprit les notions de représentativité et les biais de l'échantillon, notamment la sous-représentation des opérateurs. Afin de pallier ces biais, l'analyse des compétences numériques, motivations et freins, proposée est établie en fonction des catégories d'emploi.
- **Le premier constat est qu'il existe une forte envie d'innovation dans le personnel minier** : 70% des personnes interrogées sont motivées à utiliser de nouveaux outils numériques ; elles voient d'un bon œil la venue de changements technologiques dans le secteur minier et pensent dans leur très grande majorité qu'elles contribuent à améliorer la santé et la sécurité au travail tout en étant plus efficace.
- **Le second constat est que les capacités numériques du personnel sont sous-utilisées**. Le téléphone intelligent est utilisé par 80% des personnels, la tablette est déjà utilisée à titre personnel par plus du tiers des travailleurs. Cependant, les appareils électroniques potentiellement utiles en contexte de travail restent actuellement peu utilisés dans le milieu professionnel minier de la Nouvelle-Calédonie. Il est donc clair qu'une forte marge de progression est possible. En termes de perception de leur niveau, la majorité des répondants se considèrent comme des utilisateurs débutants ou intermédiaires des technologies ; seuls 14% se considèrent comme des utilisateurs

avancés. D'autant que les deux-tiers des personnes interrogées jugent avoir l'ensemble des compétences nécessaires pour utiliser les technologies.

- **Le niveau d'études et l'âge sont deux facteurs importants** qui influencent la perception que les personnels ont de leur compétence numérique, une notion qui intègre l'habileté technique dans un contexte organisationnel avec la compétence cognitive qui permet le traitement des informations numériques et avec la compétence collaborative essentielle pour interagir avec d'autres personnels.
- **Les caractéristiques du répondant du secteur minier calédonien qui possède le meilleur niveau de compétences numériques** sont les mêmes pour les trois sphères, technique, cognitive et collaborative. Il s'agit d'une personne travaillant dans les bureaux, ou occupant un poste de contremaître, de technicien ou de cadre, ou âgée entre 18 et 44 ans, détenant au minimum le baccalauréat et qui se perçoit comme un utilisateur intermédiaire à expert. En corollaire, les personnels ayant fait peu d'étude, travaillant principalement comme opérateurs dans la mine – donc des hommes au vu des profils des employés – se considèrent majoritairement comme débutants et estiment posséder peu de compétences relatives à l'usage du numérique. Les femmes ont également des compétences numériques plus marquées. Cet écart de compétence entre les hommes et les femmes, particulièrement fort au sein du groupe d'opérateurs, diminue pour les agents de maîtrise et est quasiment inexistant pour les cadres. La plus grande proportion de femmes opératrices ayant les compétences numériques s'explique par un niveau d'étude supérieur à celui des hommes opérateurs. En effet, si les femmes ne représentent que 24% des opérateurs, elles représentent en revanche 50% des opérateurs ayant un niveau Bac ou Bac+2. Plus que le genre, il apparaît alors que le niveau d'étude est un critère majeur du développement des compétences numériques.
- **Les principaux freins à utiliser le numérique** sont la peur du manque de contact humain, la réticence au changement et le manque de temps pour s'approprier de nouveaux outils. Seulement un peu plus d'un tiers des travailleurs craignent de perdre leur emploi. Il s'agit principalement d'opérateurs de plus de 45 ans et de personnes peu diplômées se considérant débutantes vis-à-vis des technologies numériques. Mais, la très grande majorité des personnels fait confiance aux entreprises pour leur apporter du soutien et la formation nécessaire.
- **Ce portrait des compétences numériques constitue un préalable important pour élaborer et proposer des stratégies d'implantation en vue de l'utilisation des nouvelles technologies numériques dans les entreprises minières de Nouvelle-Calédonie.** Les expériences antérieures montrent que la participation des personnels compose un élément essentiel de toute stratégie. Il est nécessaire que le chemin vers l'adoption d'innovation de rupture telle que l'automatisation soit à la fois appuyé par les directions d'entreprises et supporté par une large partie du personnel. Dans ce contexte, trois stratégies parallèles peuvent être proposées en s'appuyant sur les forces existantes et en mettant en place des outils pour corriger les faiblesses :
 - **S'appuyer sur les groupes moteurs dans le monde minier calédonien.** Il est d'abord constitué des personnes qualifiées, majoritairement des femmes, au sein des bureaux. Il apparaît donc stratégique de démarrer des actions ciblées en vue d'utiliser progressivement les nouvelles technologies dans cette partie des entreprises : internet des objets, valorisation des big data, gestion en continue, etc. Les technologies numériques sont relativement matures pour la gestion des stocks et des flux. Leur utilisation contribuera à démythifier la mine du futur. Le succès de ces opérations sélectionnées en fonction des priorités entrepreneuriales permettrait de les étendre ensuite vers les personnels directement en charge de la production.
 - **Recourir à la sous-traitance et mutualiser les approches pour développer les technologies numériques de terrain, sur les chantiers.** De nombreuses entreprises ont utilisés des drones pour la surveillance et la géologie. Plusieurs engins de chantiers accumulent déjà des data qui sont peu ou pas utilisées. Il y aurait donc un gain à améliorer et mutualiser les retours d'expérience, et définir des standards interopérables. Les données pourraient d'abord être traitées pour améliorer la gestion des projets (au niveau des bureaux) avant de pouvoir être utilisées en temps réel au niveau des opérations. Les transferts technologiques pourraient être accélérés en

augmentant la synergie avec les sous-traitants. La recherche des expertises adaptées et la mutualisation pourraient éventuellement constituer les axes principaux d'une mission calédonienne en Australie.

- **Mettre en place des formations sur les technologies numériques minières pour les personnels les moins scolarisés et les opérateurs.** La formation continue est essentielle pour démontrer clairement la pertinence de la démarche et souligner l'importance des personnels au travers de l'évolution des emplois. On pourra s'appuyer notamment sur des transferts de compétences internes depuis les bureaux vers les chantiers. Cela devrait permettre que la production minière puisse s'approprier progressivement les progrès technologiques pour une meilleure sécurité et une plus grande productivité.

En complément, il a été envoyé à chaque entreprise ayant répondu au questionnaire (SLN, KNS, Gemini, SMGM, SMT, CFTMC) un rapport spécifique concernant leurs propres employés sur la base des réponses au questionnaire qu'elles ont retournées.

3.4. PRÉPARATION DE LA MISSION 2

Une seconde mission avait été prévue du 30 Mars au 10 Avril 2020, conformément au calendrier initial du projet. Les objectifs étaient de :

- **Compléter la collecte d'informations réalisée lors de la première mission auprès des compagnies minières sur les technologies numériques** utilisées ou dont l'utilisation est en projet à court terme, les réponses au questionnaire « projets » envoyés aux entreprises ayant été beaucoup trop faibles.
- **Poursuivre les rencontres avec les acteurs de l'industrie minière** non rencontrés lors de la première mission :
 - Institutions gouvernementales
 - Représentants des communautés
 - Sociétés de service et équipementiers
- **Animer un atelier à l'attention des membres du CIM le 6 Avril 2020**

L'objectif de cet atelier était de présenter les résultats obtenus en particulier le portrait des compétences numériques des employés de Nouvelle-Calédonie, et d'organiser des conférences, discussions et échanges d'expériences entre mineurs sur le thème de l'intégration de nouvelles technologies numériques pour remobiliser les membres du CIM, selon le programme suivant :

- **Conférences, partie 1**
 - FLEURISSON, Jean-Alain (Paris Tech), Le point sur le projet CNRT Mine du futur – Automatisation de la mine et mutualisation des moyens.
 - FAYOL, Noémie (IMT Mines Alès), Les compétences numériques des personnels miniers de la Nouvelle-Calédonie : analyse de la situation actuelle et mise en contexte relativement au Québec, une autre grande juridiction minière.
 - PRESSÉ, Jean-François (INMQ), Le point sur la démarche en cours au Québec concernant l'actualisation des compétences numériques des personnels miniers en lien avec l'utilisation accrue de technologies numériques.
- **Panel de discussion, partie 1**
 - Introduction : Quelques exemples de technologies numériques actuellement utilisées par les entreprises minières en Nouvelle-Calédonie.
 - Discussion : À court terme, compte tenu des défis actuels propres aux entreprises minières de la Nouvelle-Calédonie, quelles sont les technologies numériques qui devraient être priorisées dans une perspective de mutualisation des moyens.

- **Conférence, partie 2**
 - JEBRAK, Michel (UQAM) : Introduction au concept de géologie sociale et rôle des nouveaux outils de communication au sein du système mine
- **Panel de discussion, partie 2**
 - Comment les nouvelles technologies peuvent contribuer à la co-construction de projet minier
- **Restitution des discussions**

Cette mission a été annulée en raison de l'épidémie de Covid-19. Seule la présentation du portrait des compétences numériques des employés de l'industrie minière a été réalisée en visioconférence le 24 Avril 2020 pour les membres du Comité Inter Minier, suivie d'un échange sur les conclusions qui en ont été tirées. Y ont assisté :

- Des représentants des compagnies minières : Médéric Suon (SLN), François Govan (Gemini), Jean-Louis Davidé (DIMENC), Sarah Mazanarès (SMSP), Emilie Pergeaux (SMGM), Marc Vanhaessebroucke (VALE)
- L'équipe projet : Jean-Alain Fleurisson, Noémie Fayol, Yann Gunzburger, Didier Groscurin, Michel Jébrak, Robert Marquis,

4. DIAGRAMME DE COMPLÉTION

Diagramme de complétion des tâches du projet : MINE DU FUTUR				POURCENTAGE D'AVANCEMENT DE LA TACHE																							
Partenaire impliqué	No. Tâche	No. sous Tâche	Libélé	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	%		
Tâche 1				Etat de la situation de l'industrie minière vis-à-vis de l'automatisation et de ses attentes dans ce domaine.																							
ARMINES + UQAT + GeoRessources + ORE		Tâche 1a	Réunions avec les partenaires industriels et visites des sites industriels	réalisé en août septembre 2019																							
ARMINES + UQAT + GeoRessources + ORE		Tâche 1b	Elaboration du questionnaire d'enquête	réalisé en août septembre 2019																							
ORE		Tâche 1c	Transmission du questionnaire aux partenaires industriels	réalisé en août septembre 2019																							
ORE + ARMINES + GeoRessources		Tâche 1d	Suivi de terrain de l'avancement de l'enquête	réalisé entre septembre 2019 et février 2020																							
ARMINES + UQAT + GeoRessources + ORE		Tâche 1e	Analyse des résultats de l'enquête et comparaison avec d'autres pays miniers	réalisé en février-mars-avril 2020																							
		Livable	Comptes-rendus des réunions de travail et rapport sur l'état de la situation des entreprises de Nouvelle Calédonie vis-à-vis de l'automatisation	diffusion du portrait en avril 2020																							
Tâche 2				Etude prospective sur l'automatisation																							
ARMINES + UQAT + GeoRessources		Tâche 2a	Revue bibliographique et retours d'expériences sur les effets attendus de la transformation numérique dans le secteur minier	publication de 26 infolettres																							
ARMINES + UQAT + GeoRessources + ORE		Tâche 2b	Identification des pré-requis nécessaires et des contraintes actuelles en Nouvelle Calédonie	diffusion du portrait en avril 2020																							
ARMINES + UQAT + GeoRessources + ORE		Tâche 2c	Etablir les les priorités d'action pour l'industrie minière en Nouvelle Calédonie	diffusion du portrait en avril 2020																							
ARMINES + UQAT + GeoRessources + ORE		Tâche 2d	Prévoir les mutations en termes de réorgansiation du travail, de formation																								
		Livable	Revue des impacts de la transition numérique dans les processus miniers et propositions de secteurs d'activité prioritaires																								
Tâche3				Titre: Création et animation d'un groupe de travail inter-minier																							
ARMINES + UQAT + GeoRessources + ORE		Tâche 3a	Constitution du groupe de travail	comité inter-minier mis sur pied en août 2019																							
ARMINES + UQAT + GeoRessources + ORE		Tâche 3b	Reflexion sur l'innovation technologique et la mutualisation de moyens	diffusion de 26 infolettres																							
		Livable	Besoins de transformation numérique à court terme pour l'industrie minière en Nouvelle Calédonie	diffusion de 26 infolettres																							
Tâche 4				Titre: Organisation et le pilotage d'un voyage d'étude en Australie sur des sites miniers automatisés à destination des professionnels de la mine et des décideurs du secteur minier en Nouvelle Calédonie.																							
ARMINES + UQAT + GeoRessources + ORE		Livable	Elaboration d'un programme de voyage d'étude en Australie																								

5. POURSUITE DU PROJET

5.1. DIFFICULTÉS RENCONTRÉES PAR L'ÉQUIPE SCIENTIFIQUE AU COURS DE LA PREMIÈRE PHASE DU PROJET

Au cours de la première phase du projet, l'équipe scientifique a rencontré un certain nombre de difficultés qui pourraient avoir un impact sur les sortants du projet. Elles ont été discutées avec le CNRT lors de la réunion d'avancement à mi-projet et peuvent être synthétisées comme suit :

- Le manque d'intérêt apparent ou une mobilisation limitée des cadres décideurs des compagnies minières qui limitent la portée de certains résultats obtenus, tels que le portrait des compétences numériques des employés du secteur minier calédonien et les rapports spécifiques à chaque entreprise. Ces documents, proposés à moindre coût dans le cadre du projet grâce en particulier à la coopération mise en place par l'équipe scientifique avec l'Institut National des Mines du Québec, constituent pourtant un préalable indispensable pour élaborer et proposer des stratégies d'implantation de nouvelles technologies numériques de manière individuelle dans chaque compagnie, mais aussi de manière globale et mutualisée au niveau du territoire.
- Le manque de réponses au questionnaire portant sur les innovations technologiques déjà implantées, en cours d'implantation ou en projet n'a pas permis de faire un état des lieux complet de la situation de l'industrie minière vis-à-vis de « l'automatisation » et de déterminer la maturité d'innovation des entreprises minières néocalédoniennes.
- La faible mobilisation et la mouvance des interlocuteurs désignés au CIM ne facilitent pas la mise en place d'un véritable groupe de travail dont l'efficacité repose sur des échanges entre ses membres. Le peu de réactions des destinataires des infolettres, qui auraient pu permettre d'identifier des sujets d'intérêt communs à approfondir et pouvant conduire à des mutualisations de technologies ou au moins des partages d'expérience, en est une illustration.
- Bien sûr, la pandémie COVID-19 qui a conduit au report de la mission de mi-parcours prévue en Avril 2020 qui aurait pu contribuer à redynamiser les échanges entre les membres du CIM et relancer l'intérêt des mineurs pour ce projet.

5.2. PROGRAMME DE TRAVAIL PROPOSÉ POUR LA SUITE DU PROJET

Sur la base des résultats déjà obtenus et pour prendre en compte certaines des difficultés rencontrées, il est proposé de réorienter le programme pour la dernière partie du projet comme suit.

- **Tâche 1 : Finaliser l'état des lieux de la situation de l'industrie vis-à-vis de l'automatisation**
 - Comparaison du portrait numérique avec celui établi au Québec par l'INMQ
 - Compléter la collecte d'informations auprès des compagnies minières des technologies numériques utilisées ou dont l'utilisation est en projet à court terme pour pallier le déficit de réponses au questionnaire projet et l'annulation de la mission du mois d'Avril. Didier Grosgrin se propose d'interroger les représentants des différentes entreprises minières.
 - Finaliser le livrable de la tâche 1 à partir des rapports de la mission 1 et du portrait des compétences numériques des personnels
 - **En supplément :** réalisation d'une plaquette de communication avec les principaux résultats du portrait numérique de format A4 recto-verso.
- **Tâche 2 : compléter l'étude prospective sur les effets attendus de la transformation numérique**
 - Reprendre des éléments disponibles dans les infolettres et le portrait numérique
 - Rechercher quelques retours d'expérience sur des mines dans un environnement comparable aux mines de NC (taille, topographie, climat...)
 - Finaliser le livrable 2

➤ **Tâche 3 : Animation du Comité Inter-Minier (CIM)**

Après la constitution du CIM à la fin de la première mission, l'animation a consisté, comme indiqué dans le programme de travail, à alimenter la réflexion sur l'innovation technologique et organisationnelle à partir de recherche bibliographique sur des sujets qui semblaient intéressants pour les mineurs calédoniens.

Cela a conduit à l'envoi des 26 infolettres à un rythme quasiment hebdomadaire qui n'ont toutefois pas suscité les réactions attendues des lecteurs. Ceci aurait pu permettre d'identifier des sujets d'intérêt communs à approfondir et pouvant conduire à des mutualisations de technologies ou au moins de partages d'expérience. Même le sondage proposé plusieurs fois aux lecteurs pour mesurer leur satisfaction et faire émerger des évolutions possibles n'a donné lieu qu'à 3 réponses. **Il est donc décidé de ne pas poursuivre les infolettres jugées a priori** comme trop « à sens unique » et qui ne semblent pas avoir rencontré l'intérêt attendu des lecteurs.

L'hétérogénéité des entreprises vis-à-vis de l'implantation de technologies numériques et la composition mouvante des membres du groupe ne facilitent pas non plus la fédération d'un groupe de travail et rendent difficile une animation permanente en présentiel.

La mission du mois d'avril 2020 et la tenue de l'atelier qui aurait sans doute permis de remotiver le groupe et de relancer les échanges, n'ont malheureusement pas pu avoir lieu.

Afin de redynamiser l'animation, les actions suivantes conjointes sont proposées :

- **Le CNRT se propose de réunir les membres du CIM pour les remobiliser**, susciter une participation plus active de leur part en partageant des expériences ou des interrogations avec l'équipe du projet. Seule la mobilisation des membres permettra la pérennité du groupe comme comité technique, lieu de partage d'expérience.
- **L'équipe du projet, devant l'impossibilité à moyen terme de se déplacer en Nouvelle-Calédonie, se propose d'organiser, d'ici la fin du projet, 3 séminaires/conférences par visioconférence sur des thématiques bien spécifiques qui pourraient donner lieu à des échanges d'expérience entre mineurs comme première étape vers une mutualisation possible de moyens ou orienter la stratégie pour amorcer une réelle transition numérique.**

Le premier séminaire portera sur les drones qui constituent une technologie partagée comme l'a mis en évidence la première mission. L'objectif sera de permettre un partage des différentes expériences réalisées par les compagnies minières sur cette technologie, et de faire émerger des questions communes à la fois sur la technologie, le format des données et leur utilisation. Des actions de mutualisation pourraient alors être envisagées.

Il sera organisé **au cours de la seconde quinzaine de Juin** de manière à s'assurer de la participation des mineurs et membres du CIM et leur laisser le temps suffisant pour préparer leur présentation.

Si cette première réunion est réussie en termes de participation, d'autres thématiques pourraient être abordées à partir de Septembre :

- **Comment actualiser les compétences numériques des personnels miniers en lien avec l'utilisation accrue de technologies numériques ?** A l'instar de ce qui a été fait ces dernières années au Québec par l'Institut National des Mines du Québec et ses partenaires, le portrait numérique de l'industrie minière réalisé au Québec (du même type que celui que nous avons réalisé dans ce projet) y a servi de base pour construire un cadre de référence des compétences numériques pour un certain nombre de postes de travail sélectionnés pour leur sensibilité au changement en cours et utilisable comme un outil de gestion des ressources humaines. Ce cadre de référence a permis ensuite d'élaborer un nouvel outil de gestion pour développer les compétences numériques des entreprises minières (matrice des gestes clés, description des postes et profils de compétences, plan de développement des compétences) et un guide pratique pour bien gérer le changement à l'ère du numérique. Ces différents points ont déjà été présentés dans plusieurs Infolettres et auraient dû faire l'objet de la conférence de l'actuel Président de l'INMQ, Jean-François Pressé, lors de l'atelier du 6 Avril. Il serait prêt à faire cette

présentation par visioconférence dans le cadre du partenariat établi entre l'INMQ et le Consortium qui, s'il était étendu au CNRT, pourrait faire l'objet d'une coopération internationale entre les deux organismes.

- **La collecte, l'archivage et le traitement des données recueillies en temps réel sur les sites miniers** qu'elles concernent l'exploitation, les équipements mobiles ou la surveillance environnementales (gestion des eaux, stabilité des digues et ouvrages miniers ...).

Si ces séminaires suscitent l'intérêt espéré, ils pourraient être suivis de réunions de groupes de travail à l'initiative d'un des membres du CIM avec le soutien de Didier Grosgrin comme facilitateur, de manière ce que le CIM se transforme à terme en plateforme d'échanges ou Comité Technique pérenne.

➤ **Tâche 4 : Préparation un voyage d'étude en Australie**

A ce stade du projet, c'est la tâche qui soulève le plus d'interrogations

- **Pas de thématique bien définie par les mineurs calédoniens** : visites de sites miniers mais ils sont peu comparables avec ceux de la Nouvelle-Calédonie ? visites de centre de contrôle à distance ? partenariat avec sociétés de service ?
- **Pour quels participants et pour combien de personnes** : « gros mineurs », « petits mineurs », sociétés de service locales, autorités locales ? qui ont tous des attentes différentes
- **Avec quels objectifs** ? découverte de technologies nouvelles ? établissement de partenariats industriels avec par exemple des sociétés de service australiennes ?
- **Quelle est la finalité** ? aboutissement de ce projet, démarrage d'un autre projet ?

Ces incertitudes semblent difficiles à lever à court terme, et peut-être que l'organisation d'un tel voyage d'étude nécessite-t-elle une maturation qui dépassera la durée du projet actuel. À date, il semble uniquement possible d'élaborer quelques scénarios de mission dans lesquels l'équipe projet fixerait elle-même la durée, les objectifs et le nombre de participants.

6. CALENDRIER ET BUDGET

À ce stade, il n'est pas envisagé de modifier le calendrier du projet qui devra donc se terminer en Décembre 2020. Un réajustement de calendrier pourrait cependant devenir nécessaire au cours des prochains mois selon l'évolution de la pandémie à travers le monde

La question du budget n'a pas été abordée, mais des interrogations se posent sur le fait qu'une partie importante du budget concernait des missions en Nouvelle-Calédonie, dont on sait avec certitude que certaines ne pourront pas être réalisées. Plusieurs questions restent en suspens : Est-ce qu'il sera possible de réaliser au moins une des deux missions prévues dans le programme de travail initial, sachant que les frais correspondants à l'achat des billets d'avion de la mission d'avril 2020 ont déjà été engagés et font l'objet d'un avoir des compagnies aériennes sur un vol à reprogrammer ? Si oui, quand sera-t-il possible de la réaliser (fin 2020 ou au premier trimestre 2021) ? Sinon, est-ce que les montants équivalents seront transformés en temps passé chercheur ?

7. ANNEXE : BILAN DES 26 INFOLETTRES PUBLIÉES ENTRE OCTOBRE 2019 ET AVRIL 2020

Publiées depuis le démarrage du projet, ces infolettres ont abordé différents enjeux liés à la mine du futur qu'ils soient technologiques, organisationnels, humains, sociétaux et certains des risques liés à la transformation numérique des entreprises. Elles ont souligné également l'importance de la formation continue des personnels afin qu'ils disposent des compétences numériques au moment opportun pour la réalisation de nouvelles tâches liées au déploiement graduel de technologies de plus en plus automatisées et robotisées. Les besoins en formation peuvent être mis en évidence par le portrait des compétences numériques des personnels et l'analyse de la perception qu'ils en ont.

On peut les regrouper selon les thématiques suivantes :

Compte rendu et planification d'activités

Infolettre N°1 : Une première réunion du Comité Inter Minier (CIM) riche en échanges constructifs. Elle résume les principaux constats découlant de la première mission réalisée par l'équipe du consortium et rassemblés dans le compte-rendu de mission joint, et présente plusieurs actions à venir.

Infolettre N°13 : Bilan des douze Infolettres publiées en 2019

Infolettre N°20 : Programme prévisionnel de l'atelier du 6 Avril 2020

Implantation de l'automatisation

Infolettre N°2 : Introduire des engins miniers mobiles automatisés. Elle fait référence à un document du Global Mining Guidelines Group pour aider à l'implantation de systèmes autonomes dans les mines existantes. Il souligne l'importance de prendre le temps nécessaire pour planifier la démarche afin d'orienter correctement les choix technologiques.

Infolettre N°5 : Le rôle des fournisseurs dans la mine du futur. Elle s'appuie sur une enquête récente réalisée par Deloitte sur la perception de la chaîne d'approvisionnement pour les entreprises engagées vers la révolution 4.0

Infolettre N°10 : Les risques liés à la transformation numérique des entreprises minières. Elle liste les principaux risques liés à la transformation numérique des entreprises minières concernant notamment les métiers, les tâches, les processus et les relations avec les parties prenantes.

Infolettre N°11 : La mine intelligente : assurer en tout temps l'accès à la communication. Elle porte sur la nécessité d'assurer l'accès permanent à la communication pour permettre la mise en œuvre de technologies numériques dans le cadre de la mine intelligente à travers par exemple les services proposés par la société australienne Inmarsat.

Infolettre N°14 : Initier l'automatisation des mines au bureau avant leur implantation sur le terrain ? Elle aborde l'automatisation de certaines tâches de bureau qui peut servir d'exemple pour aller vers la production sur le terrain, et peut donc constituer un préalable à l'automatisation globale de l'entreprise

Infolettre N°17 : L'automatisation du contrôle des digues à stérile. Elle porte sur le développement des technologies de monitoring des digues à stérile, et abordent en particulier l'automatisation des capteurs, des mécanismes de transmission et du traitement des mesures

Infolettre N°18 : Analyse préliminaire d'une sélection de projets en cours en Nouvelle-Calédonie faisant appel aux technologies numériques. Elle présente les premiers résultats de l'analyse de quatre projets d'innovation documentés envoyés par des entreprises minières calédoniennes en réponse au questionnaire-projet élaboré et proposé par le Consortium Mine du Futur.

Infolettre N°19 : Dans le processus de digitalisation, où les mineurs doivent-ils faire porter leurs efforts ? Elle fait référence à une étude récente menée par Deloitte qui suggère quelques pistes d'actions sur la chaîne logistique et la chaîne de valeur pour rendre efficace le processus de digitalisation de l'industrie minière

Infolettre N°21 : En Australie, un regroupement stratégique en cours pourrait avoir un impact majeur sur la capacité d'automatisation accrue des opérations de traitement de minerai. Elle porte sur l'automatisation des activités de traitement de minerai qui pourrait se connaître un développement accru en relation avec le projet de regroupement des sociétés Metso et Outotec en Australie

Infolettre N°22 : Accélérer l'évolution des entreprises minières. Elle rapporte les conclusions d'un colloque réunissant des experts du domaine minier en Octobre dernier à Toronto et qui présente les six éléments essentiels identifiés pour permettre à l'industrie minière d'accélérer l'adoption des nouvelles technologies (compatibilité des nouvelles technologies avec l'engagement vers les communautés, nécessité de standardisation des données, évolution du gestionnaire de données, prise de conscience du changement par les gestionnaires, prendre des risques nécessité de collaborer)

Infolettre N°23 : IPACS Australia, un fournisseur potentiel pour les entreprises minières calédoniennes. Elle concerne *IPACS Australia*, une entreprise de service australienne de petite taille qui est l'un des leaders mondiaux de la collecte, le traitement et la transmission de données à faible coût et en temps réel n'importe où dans le monde

Aspects humains de l'implantation de technologies numériques

Infolettre N°9 : Présentation de FAETHM. Elle présente FAETHM, une start-up basée en Australie qui commercialise une plateforme d'analyse utilisant l'intelligence artificielle pour prédire l'impact des changements technologiques sur le plan d'affaires et la main d'œuvre d'une entreprise.

Infolettre N°15 : Perspective du mineur sur l'impacts des technologies numériques. Elle met l'accent sur les impacts humains associés à une automatisation accrue des activités minières (santé, développement de compétences analytiques, nouvelles habiletés de collaboration, et capable de socialiser davantage

Infolettre N°26 : La gestion du changement est l'affaire de tous. Elle présente les différentes étapes du guide pratique pour bien gérer le changement à l'ère du numérique (préparer, former, négocier, mobiliser, accepter, intégrer).

Formation, compétences

Infolettre N°3 : Les tendances générales en formation minière 2018-2019. Elle concerne une publication récente de l'Institut national des mines du Québec qui propose une analyse utile pour orienter les activités de veille et pour identifier des pistes d'action menant au démarrage de travaux de recherche ou de projets pilote.

Infolettre N°8 : Un portrait québécois des compétences dans le secteur des mines à l'ère du numérique. Elle concerne le portrait des compétences numériques des employés de l'industrie minière au Québec qui permet de dresser un certain nombre de constats utiles pour baliser le virage amorcé par les entreprises du secteur des mines dans leur effort d'appropriation du concept 4.0.

Infolettre N°12 : La mine actuelle et future au Québec, formation, innovations et technologies. Elle présente les conférences du colloque annuel de l'Institut national des mines du Québec sur le thème de la mine actuelle et future au Québec, formation, innovations et technologies, avec un lien vers la vidéo de la discussion sur les avantages, les défis et les enjeux reliés à l'apprentissage par simulation.

Infolettre N°16 : Le cadre de référence des compétences à l'ère du numérique établi dans le secteur minier. Basé sur le portrait numérique de l'industrie minière au Québec. Il présente les compétences requises pour un certain nombre de postes sélectionnés pour leur sensibilité au changement et constitue un outil de gestion des ressources humaines pour le recrutement de futurs personnels

Infolettre N°24 : Un nouvel outil pour développer les compétences numériques des entreprises minières. : matrice des gestes clés par poste de travail, description des postes et profils de compétences, plan de développement des compétences)

Infolettre N°25 : Les salariés français à l'ère de la transformation digitale en 2019. Elle présente les résultats d'une étude faite en 2019 sur les salariés français à l'aide de la transformation numérique d'où il ressort que les salariés français n'ont pas peur de la transformation digitale, voire attendent, pour certains d'entre eux, un engagement plus fort de leur entreprise dans cette transformation.

Présentation de structures de concertation mises en place au Québec

Infolettre N°4 : Présentation du Groupe Mines-Innovation-Solutions-Application (MISA) – 1/3. Le Groupe MISA est une structure de concertation qui cible la mise au point de solutions technologiques et méthodologiques innovantes dans le secteur minier.

Infolettre N°6 : Présentation du Groupe Mines-Innovation-Solutions-Application (MISA) – 2/3. Cette seconde lettre relative au groupe MISA présente une sélection de projets d'innovation développés et réalisés par ce groupe.

Infolettre N°7 : Présentation du Groupe Mines-Innovation-Solutions-Application (MISA) – 3/3. Elle présente le rôle du Groupe MISA dans la concertation des intervenants miniers autour de problématiques plus sociales que techniques.