

#519

LA REVUE DES INGÉNIEURS

# MINES

PARIS - SAINT-ÉTIENNE - NANCY

**RECHERCHE**

LE CENTRE  
DES MATÉRIAUX

**ENTRETIENS  
CROISÉS**

POUR PARIS:  
VINCENT LAFLÈCHE ET  
PHILIPPE KALOUSDIAN



**APPLICATIONS  
DES TECHNOLOGIES  
D'IMAGERIE**

MARS\_2023



INTERMINES

Édito

/Si vis

pacem /



Deux frères se perdent de vue.  
L'un et l'autre pourtant  
S'appréciant dans leurs jeux d'enfants  
Et dans les algorithmes excellent.  
Entre eux seule une frontière ténue.  
Les années passent.  
Une bataille soudain  
Malgré eux survient.  
Les voilà chacun au front, hélas,  
Sans même se savoir si voisins.  
Mêmes tenues kaki, mêmes outils en main,  
Mêmes ordres, mêmes destins,  
Seuls leurs écussons portés pour les différencier.  
À l'assaut et canonnés,  
Les voilà enfin réunis, inanimés,  
Et n'en pouvant plus profiter,  
Au fond d'une tranchée pour l'éternité.  
Ne laissons pas quelque tyran,  
Ni nos errements,  
Par le funeste nos vies conduire  
Et par l'abject nous nuire.  
Portons nos combats, exigeants et sereins,  
À œuvrer à nos projets communs.

La guerre. Si elle n'était que triste fable, mais elle est devenue pleine réalité en Europe. Depuis plus d'un an maintenant, les canons ne cessent de tonner en Ukraine. Plus de 20 000 obus seraient tirés chaque jour le long d'une ligne de front de plus de 1000 km. Probablement deux cent mille morts. Et tout semble indiquer que la guerre va durer.

Peut-être notre imprévoyance ou notre naïveté passées peuvent-elles faire débat, mais il est certain que nos capacités de réaction sont mises au défi et que notre vision de l'avenir et nos valeurs sont bousculées.

D'autres enjeux, sans avoir la dimension meurtrière et cruelle de la guerre en Ukraine, nous interpellent. En particulier, le changement climatique, la transition numérique. Avec, en écho à cette guerre que nous n'avons nullement anticipée, des questions sur notre aptitude à voir loin et à en mesurer les impacts. À réagir en conséquence, vite, en nous donnant les moyens.

Enfin, peut-être également nous retrouvons-nous face à des inquiétudes sous-jacentes. Saurons-nous conserver notre souveraineté et préserver nos fondements démocratiques ? Sommes-nous capables de construire un projet et un avenir communs ? Aurons-nous la résilience nécessaire dans la durée ?

À la croisée des chemins, il est toujours utile de bénéficier d'éclairages solides et équilibrés, et d'expériences collectives ou individuelles. La Revue s'y attache à chaque numéro, qu'elle vous propose un dossier technique, des témoignages de Mineurs ou des mises en perspective. N'hésitez pas vous aussi à prendre la plume pour alimenter un prochain dossier ou contribuer dans l'une de ses rubriques.

Bonne lecture... et au plaisir de vous lire également très prochainement !

**DIDIER PERRIN (P85),** Rédacteur en Chef

**MINES – REVUE DES INGÉNIEURS – PARIS, SAINT ETIENNE, NANCY** est éditée par l'Association INTERMINES / 15 rue Royer-Collard 75005 Paris / 01 46 33 23 20 / [association@inter-mines.org](mailto:association@inter-mines.org) / [www.inter-mines.org](http://www.inter-mines.org) • **DIRECTEUR DE LA PUBLICATION** Bertrand COCHI (P67) • **RÉDACTEUR EN CHEF** Didier PERRIN (P85) • **DIRECTEUR SCIENTIFIQUE** Philippe SIMON (P72) • **COMITÉ DE RÉDACTION** Jean BENASSAYA (N20), Bertrand COCHI (P67), Jean-Frédéric COLLET (N68), Sylvain CROS (Doct. P04), Thierry DOUCERAIN (N73), Laurent DUGAS (E82), Bernard GOMEZ (E69), Philippe JESTIN (E20), Clément KOSTOV (P80), Jean-Paul LAVERGNE (N66), Corentin LOIRS (P19), Raphaël VIALLE (P15) • **CRÉATION GRAPHIQUE & MAQUETTE** Denis Appollodoros / [appoplex@gmail.com](mailto:appoplex@gmail.com) / 06 71 62 94 49 • **CONCEPTION ET RÉALISATION** Alexis Mersch / [alexismersch@hotmail.com](mailto:alexismersch@hotmail.com) / 06 62 18 42 26 • **IMPRESSION** Imprimerie CHIRAT / 42540 Saint-Just-la-Pendue • **PUBLICITÉ** FFE / 15, rue des Sablons 75116 Paris / 01 53 36 20 40 / [ffe@ffe.fr](http://ffe@ffe.fr) / Directeur de la publicité: Patrick Sarlati / Responsable technique: Aurélie Vuillemin / 01 53 36 20 35 / [aurelie.vuillemin@ffe.fr](mailto:aurelie.vuillemin@ffe.fr) • **COMMISSION PARITAIRE** N° 0917G79522 • **ISSN** 2112-3624 • **ABONNEMENT** (4 numéros) 45 € (France) + frais d'envoi • **DÉPÔT LÉGAL** mars 2023 • Le label Imprim'Vert vise à réduire les impacts environnementaux • Pour publier un article dans la Revue, contacter [revue@inter-mines.org](mailto:revue@inter-mines.org)



# sommaire



## Thème du prochain numéro

#520 La prospection et l'exploitation minière

#521 Les fusions et acquisitions

Les opinions exprimées dans cette revue n'engagent que leurs auteurs.

Si vous avez envie de contribuer à un prochain dossier, contactez [revue@inter-mines.org](mailto:revue@inter-mines.org)

## À retenir

6 — Les infos en bref

7 — Les membres du Comité de Rédaction

## Les entretiens

8 — La parole est à Mines Paris, avec Vincent Lafèche (CM84), directeur général de Mines Paris, et Philippe Kalousdian (P82), président de Mines Paris Alumni

## Dossier

### L'IMAGERIE ET SES APPLICATIONS

16 — Introduction

20 — à quoi servent les images de satellites météorologiques ?

26 — Le deep learning pour le traitement d'images d'observation terrestre

30 — L'imagerie marine aiguisé le regard de la science sur l'océan

34 — L'imagerie du sous-sol par l'inversion de formes d'onde

38 — Imagerie en continu de la sismicité de la Terre

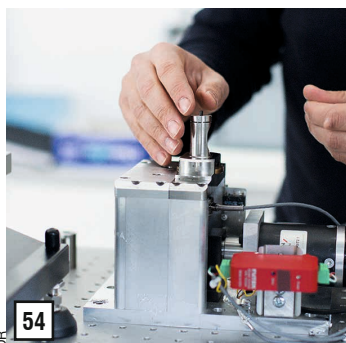
44 — Le spectrophotomètre hyperspectral, issu du spatial et prometteur pour le médical

48 — Le regard décalé



50

DR



54

DR



112

StockPhoto



118

## Carrière

**50** — Le télétravail, deux ans après

## Les Mines et la recherche

**51** — Le centre des matériaux Pierre-Marie Fourt

## Groupes & Clubs

- 58** — Les Groupes & Clubs d'Intermines au cœur de l'animation du réseau des Mineurs
- 60** — Hauts-de-France, Belgique, Pays-Bas – Les ateliers Vanderschooten à Nieppe
- 62** — X-Mines Auteurs – Du manuscrit à la parution, mais pas que!
- 63** — Urbamines – En direct des salons BATIMAT, ideobain, interclima et elec 2022

## Trajectoires

- 64** — Jean-Hubert Schmitt (N75), une carrière dans la recherche métallurgique
- 68** — Nominations

## Focus Entreprises

**69** — Thèmes de ce numéro: Construction, Gaz industriels, Industrie, Transition énergétique, Logistique, Hydrogène vert, Management de transition, Emballage, Edge Computing, Finance, Énergies, Recyclage, Conseil, Transformation digitale

## Écoles

**82** — Jean-Pierre Farandou (P76), le Collège d'Ingénierie Lyon-Saint-Étienne, socio-écologie et engagement à Nancy, distinctions...

## Associations

**90** — Journée ICM, mentoring, Sainte-Barbe, Un Mineur – une pierre, Hommages...



# LE TÉLÉTRAVAIL, DEUX ANS APRÈS

**Télétravail, travail hybride, nouvelles façons de s'organiser et de travailler, nouveaux défis... en deux ans, le télétravail a pris une place importante dans les entreprises françaises. Intermines Carrières vous propose le compte-rendu d'une conférence sur ce sujet.**

Par **CLÉMENT KOSTOV** (P80), Intermines Carrières – [clement.kostov@inter-mines.org](mailto:clement.kostov@inter-mines.org)  
et **BERNARD SOULEZ** (N69), vice-président de l'ACADI – [bernard.soulez@mines-nancy.org](mailto:bernard.soulez@mines-nancy.org)



istockphotos

Fin septembre 2022, les associations ACADI et ZIES organisaient une conférence sur le télétravail, grâce au soutien de la plateforme d'innovation LEONARD (groupe VINCI). Quatre experts ont partagé leurs expériences concrètes, complétées par des vues d'ensemble, montrant une adoption du télétravail réussie et faisant partie de changements en cours dans l'organisation du travail en entreprise. À travers ses questions, le public a contribué à explorer certaines zones d'ombres et de préoccupations, et témoigné un vif intérêt pour le sujet.

Le télétravail, un mot et une pratique qui nous sont devenus familiers, surtout ces deux dernières années. Le télétravail, c'est-à-dire travailler depuis une place qui n'appartient pas à l'employeur, s'est généralisé en urgence pendant la crise sanitaire de 2020. Au-delà d'un simple aménagement de modalités de travail, l'expérience nous laisse aussi entrevoir que le télétravail peut entraîner des répercussions importantes sur nos vies professionnelles et familiales, et du fait de son adoption massive également sur les enjeux de société et d'environnement.

## À propos de cette conférence

Elle était organisée fin septembre 2022 dans le cadre du cycle des conférences de l'ACADI (Association de cadres dirigeants pour le progrès social et économique, avec le partenaire ZIES (Institut pour l'innovation économique et sociale) grâce au soutien de la plateforme d'innovation LEONARD (laboratoire ouvert du futur des villes et des infrastructures, créée par le groupe VINCI).

### + EN LIGNE

<https://acadi.asso.fr>  
<https://zies.fr>

<https://leonard.vinci.com>

La vidéo de la conférence en intégralité :

<https://bit.ly/Mines519-carr>



Pour un aperçu des discussions, nous vous proposons cinq points clés.

### QUAND LE TÉLÉTRAVAIL S'EST-IL GÉNÉRALISÉ EN FRANCE ?

**Sylvie Joseph**, Présidente de L'Observatoire des Cadres et du management, indique qu'avant 2020 la France était plutôt en retard par rapport à des pays voisins avec environ 7 % de télétravailleurs recensés, mais que ce retard a été largement rattrapé avec environ 35 % de télétravailleurs fin 2021. Au-delà des chiffres, il y a eu de gros efforts de concertations et d'adaptations dans chaque entreprise, de mise à jour des conventions de travail. Néanmoins, l'effort a porté surtout sur les modalités d'implémentation et il reste beaucoup à faire pour repenser et revoir l'organisation du travail.

### QUELLES BONNES PRATIQUES POUR RÉUSSIR LE TÉLÉTRAVAIL ?

Les chiffres cités ci-devant suggèrent que le télétravail est globalement bien adopté en entreprise. Les trois autres experts, **Hélène Bengorine**, **Pierre Ramon-Baldié** et **Cécile Deman-Enel**, confirment et complètent cette impression générale par des aperçus sur la nouvelle place du télétravail dans leurs organisations.

Avant 2020, le télétravail était pratiqué par peu d'employés et d'équipes, par exemple un jour par semaine ou pour apporter de la flexibilité dans les horaires de travail. Après 2020, le télétravail change de nature. Par exemple à l'Urssaf où 90 % des personnels pratiquent le télétravail, pour la plupart 3 ou 4 jours par semaine, ou alors avec des enveloppes annuelles de 80 à 120 jours.

Une des clés de la réussite pour ce nouveau mode de travail est le maintien voire l'amélioration de la qualité du travail fourni. Pour Hélène Bengorine et pour Cécile Deman-Enel, les exigences de qualité et d'efficacité du travail supposent que les collaborateurs puissent travailler de façon autonome, y compris pour des prises de responsabilités. Chez Allianz par exemple, la direction RH a facilité les échanges de bonnes pratiques entre chefs d'équipes, en plus de mise en place de formations, puis donné un rôle de coach/facilitateur aux HR business partner.

Le rôle clé du chef d'équipe pour l'adoption réussie du télétravail est souligné à plusieurs reprises, et en particulier les capacités essentielles d'écoute, de dialogue, d'empathie et de sensibilité à des signaux moins faciles à reconnaître en situation de télétravail.

Dans chacune des entreprises représentées, l'adoption du télétravail s'est faite suite à des préparations, des formations et des concertations. Au final: des règles, des droits et devoirs qui ont été décidés par consensus entre la direction, les équipes et les représentants syndicaux.

### COMMENT RÉINVENTER LE TRAVAIL ?

**Anne Craye**, consultante et coach en business transfor-



**SYLVIE JOSEPH**

Présidente de L'Observatoire des Cadres



**HÉLÈNE BENGORINE**

DRH de La Mutuelle Générale



**PIERRE RAMON-BALDIÉ**

Directeur de la gestion du réseau des Urssaf



**CÉCILE DEMAN-ENEL**

DRH d'Unités chez Allianz, en charge des nouvelles façons de travailler

►► mations et animatrice du débat, questionne les panélistes : pourquoi revenir au bureau ? Comment votre entreprise réinvente-t-elle le travail, et en particulier le rapport au travail ? Quelle est la valeur ajoutée du télétravail ?

Pour Pierre Ramon-Baldié et pour Hélène Bengorine, il faut privilégier sur site les activités à fort contenu interactionnel. Celles-ci sont organisées par équipes, mais peuvent bénéficier du support de l'organisation au moyen par exemple de l'aménagement des espaces de travail : "casser l'allocation de mètres carrés d'espace de bureaux selon la hiérarchie au profit d'une allocation selon les activités". Le présentiel est essentiel, et cela impose de limiter le temps passé en télétravail, par exemple à l'Urssaf à 60 % du temps.

Pour Cécile Deman-Enel, la solution hybride de télétravail à 40-60 % est gagnante dès lors que chacun développe son autonomie, sa capacité à prioriser ce qui est important et échange très régulièrement avec son manager et ses pairs, car "si quelqu'un s'isole dans son travail alors on risque de le perdre ou qu'il/elle produise moins de valeur".

Pierre Ramon-Baldié et Sylvie Joseph rappellent les risques d'un basculement excessif au profit du télétravail, entre autres liens affaiblis avec l'équipe et la hiérarchie et rupture dans la transmission de savoir.

## QUID DE LA FIDÉLITÉ ?

Comment imaginez-vous l'évolution de la fidélité à l'entreprise, notamment chez les jeunes ? Dans quelle mesure l'entreprise devrait-elle s'efforcer de retenir ses collaborateurs ?

En arrière-plan de ces questions, il y a les constatations de rapports différents avec l'entreprise et avec le marché du travail. Par exemple, les jeunes collaborateurs qui ont débuté il y a 3-4 ans n'ont pas eu autant d'opportunités de connaître l'entreprise et de développer leur réseau en interne. Avec le télétravail on peut de plus chercher des emplois dans un périmètre plus grand sans avoir à changer de domicile.

Hélène Bengorine se pose la question de savoir dans quelle mesure l'entreprise devrait retenir coûte que coûte un collaborateur qui souhaite partir ; il faut désormais intégrer que les jeunes ont un désir d'apprendre et de se former dans différents environnements. "Soigner la sortie d'un collaborateur est tout aussi important que son intégration car nous pourrions être amenés à collaborer de nouveau !"

Cécile Deman-Enel insiste également sur l'importance de faire évoluer les processus et les outils de la mobilité interne pour les rendre plus dynamiques, dans un monde où il est plus difficile de construire son réseau dans l'entreprise.

## QUELS DÉFIS DEMAIN ?

Hélène Bengorine, la Mutuelle Générale : "Mon point de

vigilance est sur le sentiment d'appartenance à l'entreprise, sur le lien avec l'entreprise... L'enjeu est de rendre le projet d'entreprise commun à tous."

Pierre Ramon-Baldié, Urssaf : "Effectuer les transformations internes tout en maintenant la qualité du service public rendu."

Cécile Deman-Enel, Allianz : "Efficacité collective ; gagner en confort et en autonomie tout en restant compétitifs ensemble pour faire face aux aléas, se développer et continuer d'innover."

Sylvie Joseph, Observatoire des Cadres : "Deux vœux : utiliser les opportunités du travail hybride à faciliter l'inclusion, par exemple de personnes aidant des proches, et implémenter le travail hybride à la façon des entreprises éclairées, comme celles représentées à cette conférence."

Cette conférence nous a permis de faire le point sur le télétravail à la fin d'une étape importante : il est devenu une pratique très répandue dans les entreprises avec des horaires télétravail dont la part est comparable ou supérieure à celle des horaires au bureau. Le débat a permis d'explorer en profondeur des questions de modalités du télétravail aussi bien que des implications pour l'organisation du travail et de nouvelles solutions qui se déploient dans les entreprises.

Au-delà du monde des entreprises, le télétravail peut, du fait de son adoption massive, avoir des implications profondes sur nos vies en famille et en société. Pour approfondir ces sujets, nous vous recommandons de suivre les publications et autres conférences des sponsors de cette conférence, ACADI, WeAreLeonard/VINCI et 2IES. ▲

## Pour approfondir

Erell Thevenon  
*Vertiges du télétravail*  
2021, publication de 2IES  
<https://bit.ly/Mines519-2ies>

