



---

**CONCOURS INTERNE ET EXTERNE**  
**D'AGENT DE MAÎTRISE TERRITORIAL – SESSION 2021 -**  
**SPECIALITE LOGISTIQUE-SECURITE**

---

**ÉPREUVE : Résolution d'un cas pratique** exposé dans un dossier portant sur les problèmes susceptibles d'être rencontrés par un agent de maîtrise territorial dans l'exercice de ses fonctions, au sein de la spécialité au titre de laquelle le candidat concourt.

**Durée 2 heures**  
**3**

**Coefficient**

**Consignes à lire avant le commencement de l'épreuve**

Le sujet comporte 8 pages y compris la page de garde + 3 documents annexes (8 pages)

- Document 1 : Extrait document INRS – Prévention du risque amiante (1 page)
- Document 2 : Extrait du code de l'environnement (2 pages)
- Document 3 : Extrait document INRS – Foires aux questions Exosquelettes (5 pages)

pages)

**- Un seul et unique sujet sera donné aux candidats même en cas d'erreur**

**- La calculatrice est autorisée.**

- Il vous est demandé de répondre directement sur le sujet à l'aide *d'un stylo à encre bleue ou noire*. L'utilisation d'une autre couleur, pour écrire ou pour souligner, sera considérée comme un signe distinctif, de même que l'utilisation d'un surligneur. **Les brouillons ne seront pas ramassés, le cas échéant ceux-ci ne seront pas corrigés.**

- **Votre identité devra uniquement être reportée dans le cadre en haut de chaque copie.** Dès la fin de l'épreuve, les compositions seront acheminées au Centre de Gestion de la Fonction Publique Territoriale de l'Eure, afin que ces dernières soient numérisées par un scanner dédié. Toutes les copies seront automatiquement identifiées et rendues anonymes lors de cette opération. Elles seront ensuite adressées aux correcteurs de façon dématérialisées. Chaque composition fera l'objet d'une double correction.

**En dehors de ce cadre**, vous ne devez faire apparaître aucun signe distinctif, ni votre nom, ni le nom d'une collectivité fictive ou existante étrangère au traitement du sujet, ni signature, ni paraphe.

**Le non-respect des règles ci-dessus peut entraîner l'annulation de la copie par le jury.**

A l'aide de vos connaissances et des documents ci-joint, répondez aux questions suivantes :

Vous êtes agent de maîtrise dans la commune de Techniville. Le maire vient faire l'acquisition d'un hangar qu'il souhaite réaménager en site de stockage.

Le maire décide de vous confier le projet. Il vous explique ce qu'il désire.

Vous aurez à prévoir :

- Une zone de stockage sur palette pour l'enrobé à froid, les pièces des épaveuses adaptables sur des tracteurs et la peinture routière.
- Une zone de stockage sur étagère pour la quincaillerie, visserie, petits matériels électroportatifs et stock d'EPI.
- Une zone de stockage à même le sol pour le matériel roulant (véhicule VL, tracteurs, tondeuse) ainsi que le matériel portatif du service « espaces verts »
- Une zone de stockage de produits chimiques (peinture bâtiment, white spirit, produits d'entretien, graisse pour les engins, etc...)
- Un bureau que vous occuperez pour gérer le site.

**Question 1 :** Quels acteurs, interne ou externe à la collectivité, devez-vous associer à ce projet ? (1 point)

**Question 2 :** Sachant qu'il y aura dans le bâtiment une circulation de véhicules, d'engins et de piétons, que devez-vous prévoir dès la conception de votre projet ? pourquoi ? (1 point)

**Question 3 :** Quelles sont les 4 grandes règles à respecter pour le stockage de produits chimiques ? (1 point)

Lors de l'étude du DTA, vous apprenez que de l'amiante est présente dans la colle du carrelage que vous aviez décidé d'enlever pour refaire un sol propre.

**Question 4 :** Qu'est-ce qu'un DTA ? A quoi sert-il ? (Répondre à l'aide de vos connaissances) (1.5 point)

**Question 5 :** Depuis combien de temps l'amiante est interdit en France ? (0.25 point)

**Question 6 :** Qu'est-ce qu'un MCA ? Pouvez-vous y être exposé ? (1 point)

La collectivité souhaite ne plus avoir d'amiante dans ses murs et veut procéder au retrait des matériaux amiantés.

**Question 7 :** Les travaux à réaliser seront classés sous quelle catégorie ? Pourquoi ? (1 point)

Lors des travaux de réhabilitation, plusieurs tranchées sont à creuser à proximité du réseau électrique. *A l'aide de vos connaissances et des documents joints répondez aux questions suivantes :*

**Question 8 :** Quel(s) document(s) la collectivité devra établir avant même d'engager les travaux et éviter l'endommagement des réseaux ? (1.5 points)

**Question 9 :** Quels sont délais de retour d'une Déclaration de Travaux dématérialisée ?  
(0.25 point)

**Question 10 :** (*A l'aide des connaissances personnelles du candidat*)  
Sur un chantier, quel réseau est signalé par un marquage de la couleur : (0.75 point)

- Jaune ? :.....
- Rouge ? :.....
- Bleu ? :.....

**Question 11 :**

Votre collectivité s'interroge sur l'acquisition d'un exosquelette pour le port de charges et certaines tâches des services techniques (Voirie, espace verts, bâtiment). Comme pour l'acquisition de tout nouveau matériel, votre DST vous sollicite pour connaître les impacts positifs et négatifs que cela aura sur la collectivité.

Afin de vous aider dans la préparation de rédaction d'une note de service que vous a demandé votre responsable hiérarchique sur les exosquelettes, répondez aux questions ci-après :

- a) Qu'est-ce qu'un exosquelette ? (1 point)
- b) Quelle est sa fonction ? (0.5 point)
- c) Doit-on le considéré comme un EPI ? Pourquoi ? (0.75 point)
- d) Pourra-t-on utiliser un exosquelette pour plusieurs agents ? (Expliquez) (1 point)
- e) Les exosquelettes ont-ils un impact sur la santé des agents ? Expliquez. (2 points)
- f) Quels acteurs pourront nous aider dans notre réflexion ? (citez en au moins trois) (0.5 point)
- g) Quel sera le coût financier pour la collectivité ? (0.5 point)
- h) Les risques TMS vont-ils disparaître avec cette technologie ? Expliquez. (0.75 point)
- i) Quels sont les limites de cette technologie ? Développez. (0.75 point)

**QUESTION 12**

Vous êtes agent de maîtrise et responsable d'une équipe composée de 3 adjoints techniques et d'un adjoint technique principal de 2<sup>ème</sup> classe.

Vous vous absentez cinq minutes et un conflit éclate entre 2 agents de votre équipe. Comment faites-vous pour gérer cette situation ? (Développez) (3 points)

## **Extrait Document INRS – Prévention du risque amiante**

Si l'amiante est interdit en France depuis 1997, il est toujours nécessaire de protéger les travailleurs spécialisés dans le traitement de l'amiante en place (**désamiantage ou encapsulage**), ainsi que les travailleurs ayant des activités les exposant à des **matériaux contenant de l'amiante (MCA)**. Les MCA en place dans des bâtiments ou des matériels sont en effet encore courants : cloisons, clapets ou portes coupe-feu, dalles de faux-plafonds, tuyaux et plaques en amiante-ciment, dalles de sol, garnitures de friction, peintures, enduits de façade, joints de chaudière, toitures...

Des travaux sont nécessaires (voire obligatoires pour les flocages, calorifugeages et faux plafonds) dans le cas où les matériaux contenant de l'amiante se dégradent et émettent trop de fibres. Deux solutions sont alors possibles :

- **Encapsuler** les matériaux amiantés afin qu'ils n'émettent plus de fibres (solution provisoire)
- **Retirer** les matériaux amiantés (solution définitive, et la plus souvent prescrite)

L'**évaluation des risques** par chacun des acteurs impliqués dans l'opération doit conduire au **choix de procédés** et de **méthodes de travail** propres à réduire l'ensemble des risques, en maîtrisant en particulier les émissions de fibres. Elle doit aussi permettre la définition des mesures de **protection collective et individuelle** les mieux adaptées à la protection des travailleurs intervenants, mais également des règles de protection des personnes en activité à proximité du chantier.

Chaque **chantier** doit être considéré comme un cas particulier. Les règles de prévention à mettre en place, après la phase d'analyse des risques, doivent être adaptées à :

- la configuration générale du lieu,
- la surface à traiter,
- la nature du bâtiment,
- l'occupation des autres locaux dans le bâtiment,
- tout autre paramètre pouvant avoir une influence sur la santé des opérateurs ou des autres occupants des locaux pendant et après le chantier.

Concernant les travailleurs, en complément des dispositions relatives aux risques chimiques et aux CMR, le **Code du travail** prévoit des dispositions spécifiques qui doivent s'appliquer à tous les travaux exposant à l'amiante. Deux types d'activités sont distinguées : les travaux d'encapsulage et de retrait de matériaux contenant de l'amiante, appelées activités de sous-section 3 et les interventions sur des matériaux ou appareils susceptibles de libérer des fibres d'amiante, appelées activités de sous-section 4.

## DOCUMENT 2

### Extrait du code de l'environnement

#### Article R554-20

Le responsable de projet qui envisage la réalisation de travaux vérifie au préalable s'il existe dans ou à proximité de l'emprise des travaux un ou plusieurs ouvrages en service d'une des catégories mentionnées à l'article R. 554-2. Pour ce faire, au stade de l'élaboration du projet, il consulte le guichet unique, directement ou par l'intermédiaire d'un prestataire ayant passé une convention avec celui-ci conformément à l'article R. 554-6, afin d'obtenir la liste et les coordonnées des exploitants de chacun de ces ouvrages ainsi que les plans détaillés des ouvrages en arrêt définitif d'exploitation.

#### Extrait Article R554-21

I. – Le responsable du projet adresse une déclaration de projet de travaux à chacun des exploitants d'ouvrages en service mentionnés à l'article précédent, et dont la zone d'implantation est touchée par l'emprise des travaux, à l'exception des suivants :

1° Les exploitants de réseaux souterrains :

– si les travaux sont sans impact sur les réseaux souterrains ;

– ou s'il s'agit de travaux de réfection des voiries routières dans lesquelles des tranchées ont été ouvertes, lorsque ces travaux sont effectués en application de l'article L. 141-11 du code de la voirie routière, ou de travaux de contrôle de la qualité du compactage des remblais de tranchées, à condition qu'ils n'agrandissent pas les tranchées concernées, et que le responsable de projet de ces travaux dispose des informations relatives à la localisation de chacun des ouvrages présents dans ces tranchées et entrant dans le champ du présent chapitre soit par le biais des déclarations au titre de l'ouverture des tranchées prévues au I de l'article R. 554-22 et à l'article R. 554-26 et du relevé topographique prévu à l'article R. 554-34, soit par le biais d'une déclaration du responsable du projet relatif à l'ouverture des tranchées mentionnant la profondeur minimale des réseaux neufs et existants dans ces tranchées à la date du remblaiement provisoire ;

– ou s'il s'agit de travaux non soumis à permis de construire sur un terrain privé sous la direction du propriétaire de ce terrain, à condition que celui-ci ait passé une convention sur la sécurité des travaux avec ces exploitants, et en prescrive l'application à l'exécutant des travaux ;

2° Les exploitants de réseaux aériens si les travaux sont suffisamment éloignés de ces réseaux au sens de l'article R. 554-1 ;

3° Les exploitants de réseaux enterrés longeant les voiries et ceux de réseaux aériens, dans le cas de travaux d'intervention sur d'autres réseaux ou de travaux d'entretien tels que l'élagage, le débroussaillage, la peinture, la réparation, le remplacement de matériel ou le curage de fossés sans modification de leur profil ni de leur tracé, sous réserve que l'exploitant et le responsable de projet aient signé une convention portant sur la sécurité et sur les éventuelles conditions d'information préalable aux travaux, que la couverture géographique de cette convention comprenne la zone des travaux et que le responsable de projet intègre

dans le dossier de consultation des entreprises puis dans le marché de travaux les mesures de sécurité et d'information prévues par cette convention ;

4° Les exploitants des branchements ou antennes de réseaux de distribution qui desservent ou sont issus exclusivement des bâtiments ou équipements situés sur un terrain appartenant au responsable du projet, sous réserve que ce dernier fournisse à l'exécutant des travaux les informations dont il dispose sur l'identification et la localisation de ces branchements ou antennes et mette en œuvre les autres dispositions de l'article R. 554-23 en cas d'incertitude sur leur localisation ;

5° Le responsable du projet s'il est lui-même exploitant du réseau.

Ces exceptions ne dispensent pas de l'application des dispositions prévues à l'article R. 554-20 et aux sous-sections suivantes.

...

#### **Extrait Article R554-22**

I. – Les exploitants sont tenus de répondre, sous leur responsabilité, dans le délai de neuf jours, jours fériés non compris, après la date de réception de la déclaration de projet de travaux dûment remplie. Ce délai est porté à quinze jours, jours fériés non compris, lorsque la déclaration est adressée sous forme non dématérialisée. La réponse, sous forme d'un récépissé, est adressée au déclarant. Elle lui apporte toutes informations utiles pour que les travaux soient exécutés dans les meilleures conditions de sécurité, notamment celles relatives à la localisation des ouvrages existants considérés et celles relatives aux précautions spécifiques à prendre selon la nature des opérations prévues et selon la nature, les caractéristiques et la configuration de ces ouvrages. Elle signale le cas échéant les dispositifs importants pour la sécurité qui sont situés dans l'emprise des travaux.

Lorsque la déclaration concerne un ouvrage mentionné au II de l'article R. 554-2, l'exploitant peut signaler dans le récépissé que cet ouvrage présente une criticité particulière, en raison de la probabilité d'occurrence de dommages susceptibles d'affecter l'ouvrage et de la gravité des conséquences que pourraient engendrer de tels dommages, justifiant que cet ouvrage soit assimilé à un réseau sensible pour la sécurité pour l'application du présent chapitre. La criticité peut être liée aux missions de service public que l'ouvrage permet de remplir. Les dispositions particulières aux réseaux sensibles pour la sécurité au sens de l'article R. 554-2 prévues au I de l'article R. 554-7 et à l'article R. 554-30 s'appliquent alors à cet ouvrage dans le cadre du projet de travaux concerné.

Si les informations contenues dans la déclaration ne permettent pas à l'exploitant de l'ouvrage d'apporter une réponse satisfaisante, celui-ci indique au déclarant dans le délai maximal indiqué au I du présent article les compléments qui doivent être fournis. Cette demande de complément peut notamment porter sur la délimitation de la zone d'emprise des travaux affectant le sol.

Si l'exploitant effectue des mesures de localisation de ses ouvrages afin de respecter les règles relatives à la précision minimale mentionnées au VI, celui-ci dispose d'un délai complémentaire de quinze jours, jours fériés non compris, pour la fourniture au déclarant des éléments relatifs à la localisation de l'ouvrage

conformes à ces critères. Il en informe le déclarant dans le délai maximal indiqué au premier alinéa du présent article.

...

#### **Extrait Article R554-25**

I. – L'exécutant des travaux adresse une déclaration d'intention de commencement de travaux à chacun des exploitants d'ouvrages en service mentionnés à l'article précédent et dont la zone d'implantation est touchée par l'emprise des travaux, à l'exception des suivants :

- les exploitants de réseaux mentionnés au I de l'article R. 554-21 ;
- les exploitants ayant indiqué dans leur récépissé de déclaration de projet de travaux relatif au même projet qu'ils ne sont pas concernés, à condition que ce récépissé date de moins de trois mois, et qu'aucune indication contraire n'ait été donnée dans un envoi complémentaire délivré au responsable du projet en application du III de l'article R. 554-22.

Ces exceptions ne dispensent pas de l'application des dispositions prévues à l'article R. 554-24 et aux sous-sections suivantes.

II. – La déclaration d'intention de commencement de travaux reprend, dans le volet relatif à la déclaration de projet de travaux, exactement les mêmes informations que celles portées dans la déclaration de projet de travaux à laquelle elle se rapporte. Elle comporte l'indication aussi précise que possible de la localisation et du périmètre de l'emprise des travaux et de la nature des travaux et techniques opératoires prévus.

...

Source : <https://www.legifrance.gouv.fr>

## DOCUMENT 3

### Extrait document INRS – « Foires aux questions Exosquelettes »

#### Acquisition d'un exosquelette

##### • 1. Combien coûte un exosquelette ?

L'éventail des prix des exosquelettes est assez large. Il dépend en grande partie des technologies utilisées pour leur conception. On trouve par exemple des exosquelettes textiles pour une centaine d'euros, alors que les technologies robotisées peuvent atteindre près de 50 000 euros. Les exosquelettes restent majoritairement des systèmes non robotisés. Leur prix n'excède généralement pas 5 000 euros.

##### • 2. Quel est le poids d'un exosquelette ?

Le poids d'un exosquelette dépend des technologies utilisées pour sa conception, de quelques centaines de grammes pour les modèles textiles à près d'une dizaine de kilogrammes pour les modèles mécanisés ou robotisés. Les concepteurs ont énormément travaillé sur ce point, et beaucoup proposent aujourd'hui des produits pesant moins de 5 kg.

##### • 3. Quelle est la durée de vie d'un exosquelette et quels sont les besoins de maintenance ?

Aucune donnée précise n'est disponible quant à la durée de vie des exosquelettes. Celle-ci est vraisemblablement dépendante des conditions d'usage (durée et fréquence d'utilisation, environnement d'usage...) et de la qualité des matériaux qui les composent.

Concernant la maintenance, seuls quelques concepteurs donnent des indications sur des éléments techniques à changer ou à surveiller particulièrement. L'entreprise doit donc mettre en place des modalités de maintenance liées aux recommandations des concepteurs mais aussi s'assurer que la fonction d'assistance de l'exosquelette persiste au cours du temps.

##### • 4. Combien d'exosquelettes sont actuellement disponibles sur le marché? L'offre évolue-t-elle ?

Oui, l'offre d'exosquelettes évolue très rapidement. En 2015, 2 à 3 modèles d'exosquelettes étaient disponibles. Aujourd'hui plus de 40 exosquelettes sont identifiés sur le marché.

Des discussions au sein de l'entreprise doivent être menées pour décoder et comprendre l'offre disponible. Les idées reçues (Voir ED 6295) que nous proposons sur les exosquelettes sont une aide pour formuler les bonnes questions et surtout obtenir des réponses précises.

##### • 5. Existe-t-il des systèmes de location longue durée d'exosquelettes ?

Oui. Des sociétés spécialisées d'équipements de travail proposent aujourd'hui des modèles d'exosquelettes à la location. Des obligations réglementaires s'appliquent pour le loueur de matériel en ce qui concerne sa mise à disposition, et pour l'entreprise locataire en ce qui concerne l'utilisation de l'équipement par ses salariés.

Par ailleurs, il demeure indispensable de respecter une démarche d'acquisition fondée sur le besoin d'assistance physique propre aux tâches identifiées par l'entreprise (Voir ED 6315).

##### • 6. Existe-t-il des aides accordées aux petites entreprises pour le financement d'exosquelettes ?

Il n'existe pas, à notre connaissance à l'heure actuelle, d'aide financière pour les petites entreprises qui souhaitent acquérir des exosquelettes. Cependant, les petites entreprises peuvent bénéficier d'une subvention (TMS Pros Diagnostic) pour les aider à financer un prestataire les accompagnants dans la réalisation d'une étude ergonomique et dans la mise en place d'un plan d'actions de prévention des TMS. La caractérisation du besoin d'assistance physique, préalable indispensable à l'acquisition d'un exosquelette, peut faire partie de la prestation subventionnée. Les entreprises intéressées sont invitées à se rapprocher du service prévention de leur Carsat/Cramif/CGSS pour connaître les conditions d'attribution de cette aide financière.

## Statut des exosquelettes

### • 7. Les exosquelettes sont-ils des équipements de protection individuelle?

Non. Pour être certifié comme équipement de protection individuelle (EPI), il est nécessaire d'en démontrer l'efficacité contre un risque en termes de santé ou sécurité (ED6077). Pour l'heure, aucun fabricant, à notre connaissance, ne revendique le statut d'EPI pour les exosquelettes ou ne s'est engagé dans une démarche de certification en ce sens. Notons que dans ce cas précis, le principal objectif serait de réduire les risques de survenue de TMS. Or, pour l'heure, il n'existe pas, à notre connaissance, de preuve scientifique quant à l'efficacité de ces technologies pour réduire ces risques. Par ailleurs, il serait également nécessaire de statuer sur la manière d'évaluer la diminution du risque. L'élaboration de normes serait alors nécessaire afin de certifier ces technologies.

A ce jour, le cadre réglementaire concernant les exosquelettes destinés au travail n'est pas défini spécifiquement et aucune norme dédiée ne s'applique. Pour autant, utilisé sur le lieu de travail, l'exosquelette doit être intégré dans l'évaluation des risques professionnels et le résultat de cette évaluation doit être retranscrit dans le document unique.

## Risques et effets sur la santé

### • 10. Quels sont les principaux points de vigilance à prendre en considération lors de l'utilisation d'un exosquelette ?

Plusieurs risques potentiels ont été clairement identifiés lors de l'usage d'exosquelettes au travail :

- Risques mécaniques (collisions avec l'utilisateur ou un tiers, écrasement, lésion articulaire, abrasion, etc.)
- Risques liés à la charge physique (charge physique accrue, autres troubles musculosquelettiques, déséquilibre, contraintes posturales, perturbations sensorielles, désadaptation musculaire, etc.)
- Risques en lien avec la charge mentale (incidences sur l'expertise, augmentation de la charge attentionnelle, perte d'autonomie, appauvrissement du contenu du travail, etc.)

Une infographie présentant ces principaux points de vigilance est disponible sur le site internet de l'INRS.

### • 11. Porter un exosquelette a-t-il des conséquences sur le rythme cardiaque ?

Oui. Cela peut être le cas lors de certaines tâches de manutention en particulier, à cause du poids du système. Par exemple, une augmentation du coût cardiaque, de l'ordre de 15 % en moyenne, a été observée à l'occasion d'une étude récente portant sur l'usage d'un exosquelette d'assistance des bras lors d'une tâche de manutention de caisse. Le poids de l'exosquelette était d'environ 9 kg (cf. Desbrosses et al., 2017, HST).

### • 12. A-t-on suffisamment de recul sur les effets à long terme du port d'un exosquelette ?

Non. Ces technologies sont relativement récentes. Les premiers exemples d'intégration d'exosquelettes à usage professionnel en France datent de 2015. De plus, si beaucoup d'entreprises testent des exosquelettes, très peu d'entre elles les ont réellement adoptés dans leur fonctionnement quotidien. Pour mieux comprendre les effets à long terme, il est nécessaire de mettre en place un suivi des utilisateurs, en y associant le service de santé au travail. Le développement d'études épidémiologiques longitudinales contribuera aussi à évaluer les effets à long terme.

### • 13. Les exosquelettes réduisent-ils le risque de troubles musculosquelettiques (TMS) ?

Les exosquelettes peuvent, dans certains cas précis, limiter certaines contraintes biomécaniques comme les efforts musculaires excessifs ou les postures contraignantes. Mais cela ne suffit pas à éliminer tous les risques d'apparition de TMS, qui sont le résultat de plusieurs causes : répétitivité des gestes, postures contraignantes, efforts, stress, organisation du travail, climat social dans l'entreprise. Il est à noter que ces équipements peuvent en outre déplacer certaines contraintes sur d'autres parties du corps à l'origine d'autres TMS.

### • 14. Quelles sont les conséquences de l'usage d'un exosquelette sur la charge mentale, l'expertise ou encore sur le stress des opérateurs ?

Les exosquelettes ont été conçus en réponse à des problématiques de réduction de la charge physique de travail. Les recherches se sont donc jusqu'alors focalisées sur la caractérisation des bénéfices et des limites de ces

technologies sur cet aspect. Néanmoins, la baisse de la fatigue ou de l'effort ressenti peut être vécue par les opérateurs comme un bénéfice sur le plan cognitif. L'influence de l'exosquelette sur les repères sensoriels peut, à l'inverse, être vécue comme une contrainte par les utilisateurs à la recherche de qualité et de productivité dans leur travail. Les études antérieures ont déjà démontré des impacts de l'usage de ces technologies sur la régulation de l'équilibre ou encore sur l'organisation du mouvement. Il apparaît donc nécessaire de mettre en œuvre une phase d'apprentissage à l'usage des exosquelettes pour laisser le temps aux utilisateurs de construire progressivement de nouveaux repères et une nouvelle expertise du geste. Sans cela, l'usage de ces technologies sans accompagnement pourrait se répercuter par une augmentation du stress.

## Performance

- **16. Dans l'état actuel des connaissances, quels sont les gestes pour lesquels un exosquelette apporte le plus de bénéfices ?**

À ce jour, les exosquelettes ont majoritairement été conçus pour soulager les efforts inhérents à l'élévation des bras et au redressement du corps après une flexion du buste. Les bénéfices apportés par ces technologies en termes de réduction des efforts musculaires ont été démontrés uniquement lors de ces deux types d'effort, sous certaines conditions.

Les apports dépendent directement de l'adéquation entre les caractéristiques techniques de l'exosquelette et les caractéristiques de la tâche (posture, poids des charges manipulées...). L'évaluation de l'interaction homme-exosquelette-situation de travail est donc indispensable

## Port de charges

- **17. Avec le recours aux exosquelettes, peut-on envisager d'augmenter le poids des charges manipulées ?**

Non. Le recours à un exosquelette peut apporter localement (au niveau du dos, des épaules, des coudes, des poignets, etc.) un supplément de force lors d'un mouvement spécifique, grâce à un moteur, un élastique ou un ressort. En revanche, dans la grande majorité des cas, les contraintes sont nécessairement transmises à une autre partie du corps de l'utilisateur (les jambes par exemple). Les efforts restent alors intégralement supportés par le salarié, seule leur répartition est modifiée. Il convient dans ce cas de respecter les normes en vigueur (NF X35-109 notamment) concernant les limites de charge et de contraintes physiques pour les tâches de manutention manuelle.

## Environnement et situations de travail

- **21. Les exosquelettes ont-ils un intérêt dans le cadre du maintien dans l'emploi ? Y-a-t-il des contre-indications au port d'un exosquelette vis-à-vis d'une pathologie ou d'un handicap ?**

Sur cette question, il appartient au service de santé au travail, qui connaît à la fois l'état de santé du salarié et la situation de travail dans laquelle il évolue de se prononcer. Il s'appuiera sur l'avis des professionnels de santé prenant en charge le salarié et sur les compétences de l'équipe pluridisciplinaire de santé au travail pour évaluer les intérêts et limites de l'usage de l'exosquelette. Cette solution est à envisager parmi l'ensemble des adaptations possibles de l'environnement de travail favorisant le retour ou maintien au travail.

- **23. A-t-on des retours d'expérience sur l'intégration d'exosquelette dans le secteur du BTP ?**

Oui, l'INRS a notamment mené une étude dans une entreprise spécialisée dans les métiers d'arts dans le bâtiment. Celle-ci a permis de recueillir des informations quant à l'intégration réussie d'un exosquelette dans une tâche de ponçage et d'embellissement de plafonds en plâtre. L'exosquelette était destiné à des experts réalisant des tâches impliquant une charge physique élevée, liée à l'usage de ponceuses énergisées portées mains au-dessus de la tête sur des périodes prolongées. Avant d'être intégré en situation réelle de travail, l'exosquelette a subi plusieurs adaptations, suite aux discussions menées entre les opérateurs et leurs responsables. Les

opérateurs ont indiqué exercer moins de force sur l'outil, adopter des postures moins sollicitantes et constater la disparition de certaines douleurs. Son utilisation a entraîné des évolutions dans les stratégies des opérateurs comme dans l'organisation du travail. Cet exemple repose sur une activité très spécifique. L'adéquation entre les besoins d'assistance liés à la tâche de travail et les performances d'assistance fournies par l'exosquelette doivent être évalués pour chaque situation de travail.

## Accompagnement et formation des salariés

### • 25. Comment favoriser l'acceptation des exosquelettes ?

Favoriser l'acceptation d'un exosquelette repose sur la recherche d'un équilibre entre différents facteurs. Ceux-ci incluent en particulier les conditions du déploiement et du suivi de l'exosquelette, sa facilité d'utilisation, ses performances en termes de production et de santé et sécurité, la façon dont l'identité professionnelle et l'affect de l'utilisateur sont impactés (anxiété, plaisir ou non à travailler avec l'exosquelette...), et les retours de la direction, de l'encadrement et des collègues envers l'utilisateur. Les réflexions quant à l'acceptation de l'exosquelette doivent donc être menées le plus en amont possible du projet d'intégration, et inclure l'ensemble des personnes concernées. Des pistes concrètes sont proposées dans la brochure **ED 6315** pour s'assurer que le choix de l'exosquelette, son déploiement et son suivi se fassent de façon appropriée.

### • 26. Combien de temps faut-il pour s'adapter à l'utilisation d'un exosquelette ?

Il n'existe pas d'indications précises sur le temps nécessaire à la maîtrise de l'usage d'un exosquelette. Il dépend de nombreux facteurs liés aux caractéristiques de l'exosquelette, de la tâche et de l'utilisateur, dans un environnement de travail donné. L'employeur doit élaborer un programme de familiarisation hors puis en situation réelle de travail pour que l'opérateur construise de nouveaux repères pour son activité avec un exosquelette. Il sera nécessaire de sélectionner des critères d'évaluation qui permettront de valider la maîtrise en situation de production avant d'intégrer cette solution définitivement (Voir **ED 6315**).

### • 27. Une formation spécifique sur les accidents impliquant un exosquelette est-elle nécessaire pour les Sauveteurs secouristes du travail ? L'INRS propose ou proposera-t-il des formations sur l'utilisation des exosquelettes ?

Aujourd'hui, aucune formation spécifique à l'usage des exosquelettes professionnels n'est référencée. Elle ne se justifie pas actuellement compte tenu de la faible utilisation en routine d'exosquelettes en entreprise et de l'absence de retours d'information sur l'accidentalité liée à l'usage des exosquelettes.

## Organisation

### • 28. L'intégration d'un exosquelette peut-il avoir des conséquences sur les collectifs de travail ?

Oui. Par exemple, l'intégration de l'exosquelette peut entraîner une redistribution des tâches au sein de l'équipe de travail, une modification des cycles de travail, une réorganisation des espaces de travail. Ces changements peuvent conduire les membres de l'équipe et leur hiérarchie à faire évoluer leurs stratégies de travail et doivent être systématiquement abordés dans la phase d'intégration de l'exosquelette.

### • 29. Un exosquelette mis au point pour un salarié est-il utilisable par d'autres salariés ?

C'est possible mais c'est loin d'être acquis. Un exosquelette, selon ses caractéristiques (forme, fonctionnement, etc.), n'est pas systématiquement adapté à la morphologie de chacun (genre, taille, poids) ou à certains problèmes de santé d'ordre locomoteur, cardio-vasculaire ou cutané par exemple. Il est également possible que certaines personnes ne puissent pas utiliser correctement, confortablement ou sans risque, un modèle mis au point pour un autre salarié. Une évaluation de l'aptitude à utiliser l'exosquelette apparaît nécessaire afin de s'assurer qu'il convient aux caractéristiques des utilisateurs. L'INRS préconise que le service de santé au travail soit associé à cette évaluation.

## Limites

### • 30. Les exosquelettes peuvent-ils être utilisés pour toutes les tâches induisant des efforts musculaires et/ou des postures contraignantes ?

Non, les exosquelettes offrent des performances d'assistance très spécifiques. L'intégration de ce type de technologie doit répondre à un besoin d'assistance physique identifié et clairement caractérisé (posture adoptée, poids manipulés, groupes musculaires sollicités...) et tenir compte de l'activité globale dans son environnement spécifique. Pour l'heure, ces technologies ne sont pas donc utilisables pour des tâches où les contraintes physiques sont de nature très variable.

• **31. Les exosquelettes sont-ils pertinents pour des tâches très répétitives avec des cadences de production soutenues ?**

Non. Les exosquelettes ont été conçus pour réduire les efforts musculaires excessifs ou limiter les sollicitations physiques liées au maintien prolongé de postures contraignantes. La répétitivité des gestes est inhérente à l'organisation du travail (cadence de production, par exemple). Les exosquelettes ne peuvent donc pas être considérés comme une réponse appropriée à ce facteur de risque. D'autres solutions techniques telles que l'automatisation de certaines tâches sont à rechercher dans ces conditions.

• **32. Un préhenseur à bras articulé n'est-il pas plus adapté qu'un exosquelette pour les opérations de manutention ?**

Probablement, dans le cas où l'opérateur doit manipuler des charges très lourdes, dans une zone fixe et d'envergure limitée. L'exosquelette permet la manutention de charges plus légères (dans le respect des normes ergonomiques en vigueur (NF X 35-109 notamment) et offre davantage de mobilité à l'opérateur.

Chacun de ces équipements présente des intérêts et des limites au regard des besoins d'assistance physique, et de l'environnement de travail. C'est l'analyse approfondie de la situation de travail qui va permettre de s'orienter vers le dispositif le plus adapté.

## Evaluation des risques et prévention

• **33. L'INRS a-t-il développé des outils d'évaluation de la mise en place d'un exosquelette ?**

Des outils objectifs (mesures des paramètres physiologiques ou physiques) et subjectifs (interrogeant la perception humaine) existants peuvent être mis en œuvre dans ce cadre. Pour aider les préventeurs à accompagner les entreprises dans leurs démarches d'acquisition et d'intégration d'un exosquelette, l'INRS a conçu un guide méthodologique (disponible en 2019). Ce guide détaille les étapes d'évaluation nécessaires à l'identification des apports et des limites de l'usage d'un exosquelette. Des méthodes d'évaluation spécifiques y sont proposées pour aider l'entreprise dans son analyse de l'interaction entre l'opérateur et l'exosquelette.

L'exosquelette peut être envisagé qu'après avoir étudié toutes les pistes de prévention des TMS, dans le respect des principes généraux de prévention. Il convient de s'interroger en amont sur les mesures de prévention collectives à mettre en œuvre : est-il possible de supprimer le risque à la source ? Si le risque ne peut pas être supprimé, peut-on le réduire par les moyens de prévention collective (allègement de la charge physique par des mesures telles que la reconception de la situation de travail, des changements organisationnels, des aménagements techniques, l'acquisition de nouvelles compétences...) ? Les technologies d'assistance physique pourront être abordées ensuite si tant est qu'elles puissent répondre au besoin d'assistance identifié.

• **34. Comment doit être réalisé le suivi d'un opérateur utilisant un exosquelette ? Par qui ?**

Le suivi doit être organisé collectivement au sein de l'entreprise, en associant a minima le service de santé au travail et les représentants du personnel. Les effets à court, moyen et long terme doivent être étudiés (gênes, douleurs, dysfonctionnement...). Nous recommandons de constituer un groupe de travail avant même que l'exosquelette ne soit physiquement présent dans l'entreprise et ce, quelle que soit la taille de l'entreprise (ED 6315, INRS). Celui-ci mettra notamment en place un panel d'indicateurs de santé, d'acceptation, de confort pour l'utilisateur mais aussi de « vie » des exosquelettes en termes de maintenance et d'usage (fréquence et durée, freins à l'utilisation, etc).