

Réalisation d'un espace de travail adapté au dégagement des concrétions marines

I. Mise en contexte

Depuis 1995, l'atelier d'archéologie-ethnologie du Centre de conservation du Québec (CCQ) s'occupe de la conservation et la restauration des objets provenant du [Elizabeth and Mary](#), une épave découverte en 1994 dans le St-Laurent, à l'anse aux Bouleaux.

Lors de la fouille du site, environ 400 [concrétions](#) ont été retrouvées dans l'environnement immédiat de l'épave. Celles-ci contenaient de nombreux vestiges archéologiques dont le dégagement, la stabilisation et la restauration permettent de procéder à leur étude archéologique.

En raison de leur vulnérabilité, les vestiges prisonniers des concrétions et en attente de traitement sont entreposés dans des bacs d'eau déionisée comportant un inhibiteur de corrosion à une température n'excédant pas 5 °C. Ces conditions de stockage permettent de prévenir, entre autres, les risques de déshydratation et d'effondrement des parties organiques, la cristallisation des chlorures, la fissuration et l'éclatement du métal résiduel.

Depuis le début des travaux de restauration, les concrétions sont dégagées une à une selon une méthode de travail développée spécifiquement pour ce type de traitement. Les travaux se poursuivront encore sur une période de cinq (5) ans.

II. Méthode de travail initialement utilisée pour le dégagement des concrétions

La méthode retenue, pour fouiller les concrétions, est le dégagement mécanique à l'aide d'un marteau pneumatique (Figures 1 et 2). On dégage ainsi les vestiges emprisonnés dans la concrétion tout en s'assurant de la garder continuellement humide. La technique de dégagement est adoptée en fonction du volume de la concrétion :

- les plus grosses concrétions (100 kg environ), sont soulevées à l'intérieur de leur bassin de stockage et le restaurateur procède au dégagement de la partie aérienne tout en mouillant périodiquement les concrétions (l'eau retombe dans le bac) (Figures 1 et 2) ;
- les plus petites sont déposées sur une table et maintenues humides tout au long de l'opération à l'aide de chiffons imbibés d'eau.



Figures 1 et 2 : Vue et détail de la fouille d'une concrétion

Après avoir exécutées cette technique de dégagement pendant de nombreuses heures, les restaurateurs ont pu identifier différentes contraintes liées à des inconforts physiques ressentis pendant le travail. Le tableau ci-dessous en fait la description :

Tableau 1 : Contraintes liées à l'équipement de travail initiale

SECTEUR	CONTRAINTES	
<i>Postures de travail</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Inconfort et douleurs au niveau du cou, des épaules et du bas du dos lors du dégagement au poste de travail et du maniement des concrétions dans le bac d'eau déionisée ; • Risques de blessures associés au poids, à la forme et à l'exiguïté de l'espace de travail. 	
<i>Environnement général</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Projection de particules de toutes tailles (sèches et humides) au moment du dégagement, au niveau du visage et du corps, ainsi que dans la pièce ; • Système d'aspiration non adapté (Nederman ®) à l'activité de travail effectuée. Ce type de système permet une extraction des vapeurs de solvant et non l'aspiration des poussières. 	
<i>Environnement sonore</i>	Bruit élevé, généré par le marteau pneumatique et le système d'aspiration	
	Équipement évalué	Mesures en dB(A)
	Marteau pneumatique seul	75
	Marteau s'enfonçant dans la concrétion	75 au départ, et plus il s'enfonce plus le bruit augmente pour atteindre des crêtes à 116.
<i>Éclairage</i>	L'éclairage général provenant des fluorescents (local sans lumière extérieure) n'est pas suffisant pour le type de travail à accomplir. L'éclairage d'appoint utilisé produit certaines ombres qui nuisent à la compréhension du relief des concrétions.	
<i>Sécurité générale</i>	Porte sans partie vitrée.	

III. Révision de la méthode de travail

Pour trouver des solutions aux problèmes soulevés par les restaurateurs, une évaluation globale des postures, des méthodes et des équipements de travail utilisés a été réalisée à la demande de l'employeur et du comité de santé et de sécurité (CSS) en collaboration avec l'Association paritaire pour la santé et la sécurité au travail, secteur « Administration provinciale » (APSSAP).

Les représentants de l'APSSAP, avec l'accord de l'employeur et du CSS, ont adopté une approche d'ergonomie participative pour réaliser le projet. Ainsi, les participants ont eu l'occasion d'exprimer librement les problèmes soulevés et de participer activement à la recherche de pistes de solutions. Plusieurs rencontres ont été planifiées et l'intervalle entre celles-ci a été mis à profit pour prendre la mesure des changements et éventuellement proposer des modifications au projet.

IDENTIFICATION DES PROBLÈMES

La première étape du projet consistait à identifier et à classer par ordre de priorité les problèmes liés au travail de dégagement des concrétions. Un questionnaire a été complété en identifiant cinq (5) facteurs : l'environnement, la tâche, l'organisation du travail, les équipements, les matières et les substances.

À partir de l'analyse des informations recueillies, la seconde étape consistait à revoir l'aménagement de l'espace de travail et des équipements utilisés ainsi que les postures à modifier pour le dégagement des concrétions.

PISTES DE SOLUTIONS PROPOSÉES

- réaménagement de l'espace de travail pour prendre en compte la présence d'un lyophilisateur qui occupe un volume imposant dans la pièce ;
- nouvelle table ajustable à tout travailleur et satisfaisant aux exigences du type de travail réalisé ;
- chaise ajustable au plus grand nombre d'utilisateurs différents ;
- système d'aspiration intégré à la table de travail capable de capter les projections de particules sèches et humides ;
- système de levage et de déplacement des concrétions (transit bassin de stockage ↔ table) à la fois sécuritaire pour le restaurateur et pour la concrétion en chantier ;
- éclairage ajustable en fonction du travail de précision ;
- niveau sonore acceptable lors de l'utilisation des différents équipements de travail.

IV. Solutions apportées

➤ Installation d'un nouveau système d'aspiration

Le choix s'est arrêté sur le dépoussiéreur, Velocity™ (Aérofil inc.) (Figure 3), qui répondait à la majorité des exigences requises. Celui-ci peut admettre jusqu'à quatre bras de captation et son filtre peut retenir aussi bien les particules sèches qu'humides ; les plus grosses particules retombant dans un réceptacle facile d'accès. Le silencieux intégré a permis de réduire de 3 dB(A) (de 78 à 75 dB(A)) le niveau sonore. L'entretien des filtres est fait au besoin par les restaurateurs.



Figure 3 : Vue du dépoussiéreur Velocity™

➤ Utilisation d'un lève-personne

Le groupe de travail a fait ressortir le besoin de transporter mécaniquement les concrétions en utilisant un outil de travail.

À la suite de la recherche effectuée pour trouver des solutions, le choix d'un système de levage s'est conclu sur un lève-personne hydraulique sans à-coup (Figure 4). Ce système de levage est en effet capable de répondre aux exigences sécuritaires et aux besoins particuliers de transport :

- il peut supporter une charge pouvant atteindre 204 kg;
- le cintre est équipé aux extrémités de crochets recourbés dans lesquels les sangles de retenue du plateau peuvent être coulissées;
- sa course de levage ainsi que la base sur roulettes, facilitent en outre la prise du plateau lors du transfert nécessaire des concrétions au bassin de stockage et inversement.



Figure 4 : Vue du lève-personne

➤ *Conception d'une nouvelle table de travail*

SPÉCIFICATIONS SOUHAITÉES

Le groupe d'ergonomie participative a réalisé un devis descriptif avec des spécifications ergonomiques très précises : la hauteur maximum du plateau devra être de 10 centimètres; la largeur maximale de la base sera de 30 centimètres; le plateau devra descendre à au moins 60 centimètres du sol ; le dégagement pour les pieds devra être au minimum de 30 centimètres et celui des jambes au minimum de 50 centimètres. Pour ce faire, nous avons utilisé la grille 1a Humanscale Body Measurements du Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts 02142.

À partir de ces spécifications, les restaurateurs ont conçu une première maquette très sommaire, pour donner une idée de la réalisation attendue (Figure 5). Par la suite, d'autres rencontres ont permis de faire évoluer le projet selon les critères suivants :

- La table sera constituée de deux parties : un bâti robuste de quatre pieds cylindriques ajustables en hauteur servant de base à un plateau amovible. Celui-ci sera muni de quatre points d'ancrage qui faciliteront la prise et la mise en place de la concrétion à partir du système de levage. L'intérêt du dispositif sera de pouvoir déplacer le plateau supportant la concrétion en cours de dégagement, plutôt que la concrétion elle-même, entre le bassin de stockage et la table, et ainsi épargner les risques d'accidents ou de bris d'artefacts archéologiques.
- Le plateau sera également muni d'un système d'ancrage et d'un mécanisme de verrouillage pour éviter qu'il glisse lors de la manipulation.
- La construction de la table devra tenir compte du poids des objets traités et du déplacement du centre de gravité lors des mouvements du plateau, afin d'éviter un basculement sur l'opérateur.
- Le plateau devrait être en acier inoxydable 316 pour éviter les risques de corrosion associés au type d'objet à traiter (présence continue d'eau et de chlorures de fer).
- Le plateau devra aussi être muni d'un système d'aspiration (vers le bas) des poussières et des particules humides. Ce système d'aspiration devra pouvoir s'enlever et se mettre en place facilement (système type Quick release ®).
- La configuration de la table devra permettre un déplacement horizontal du plateau, ainsi qu'une inclinaison de façon à ce que l'objet à traiter se rapproche du restaurateur et non plus l'inverse, comme c'était le cas jusqu'alors. Ce dernier pourra ainsi travailler selon les besoins du dégagement aussi bien sur le haut ou sur le bas de la concrétion, sans préjudice postural. Tous les ajustements devront permettre à l'utilisateur de la table d'avoir :
 - le dos appuyé au niveau de la région lombaire ;
 - la tête moins inclinée vers le bas ;
 - les épaules plus souvent dans des postures de confort, les bras plus près du corps ;
 - les avant-bras plus souvent soutenus pour réduire la sollicitation des épaules.



Figure 5 : Vue de la maquette d'ébauche de la table

De plus, un éclairage adéquat (de plus 1500 lux) et bien orienté, de façon à ne pas créer d'ombre, permettra aux restaurateurs de conserver une bonne posture de travail.

CONCEPTION

La présentation des spécifications et des dessins à une première entreprise a fait ressortir que la table prenait un espace beaucoup trop important dans le local, obligeant à évacuer le lyophilisateur et d'autres éléments de mobilier. Aucune proposition n'a été apportée par l'entreprise pour améliorer le concept. Face à ce constat, le devis a été présenté à une seconde entreprise : Julien *inc.* de Québec, spécialisée dans les équipements en acier inoxydable.

Le nouveau projet présenté — complètement innovateur par rapport au projet initial — a rapidement conquis l'équipe de discussion. L'entreprise a non seulement suivi les spécifications ergonomiques particulières, mais a également apporté des améliorations notables par rapport aux plans de départ, et ce, toujours sous la supervision de l'APSSAP.

Quatre améliorations particulières méritent ici d'être soulignées:

- Le bâti initial de la table devait reposer sur quatre pieds et prenait une place importante. La table actuelle est maintenant **centralisée sur un axe** muni d'un contrepoids (Figure 6), ce qui offre un dégagement important sous le plateau (Figure 7).

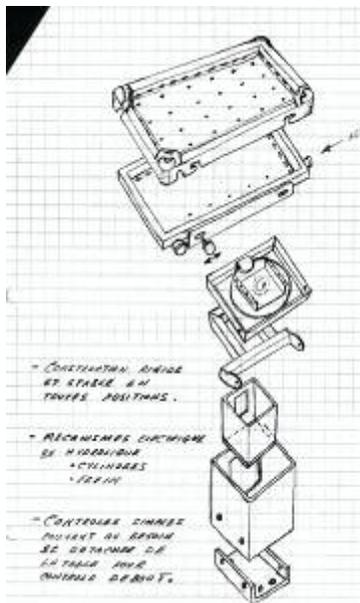


Figure 6 : Vue du dessin de montage de la table (Julien inc.)



Figure 7 : Vue de la table installée et du dégagement sous le plateau

- Initialement, les restaurateurs prévoyaient que le plateau se déplacerait sur un rail d'avant en arrière et serait inclinable seulement dans cette position. La conception finale de la table permet un **déplacement rotatif du plateau** sur 360 degrés, et l'inclinaison a été limitée volontairement à 45 degrés.
- Le bâti a lui-même fait l'objet d'une amélioration. Destiné seulement à supporter un plateau amovible, il n'avait pas d'usage possible en l'absence dudit plateau. Dorénavant, le bâti est conçu lui-même avec un plateau fixe sur lequel vient s'ajuster le **second plateau**. Ainsi en l'absence du plateau amovible, la table peut toujours être utilisée (Figure 9). L'aspiration peut être connectée indifféremment selon la présence ou non du second plateau.

Figure 8 : Vue du plateau amovible supportant une concrétion et du plateau sous-jacent



- Une autre amélioration a concerné l'**automatisation des mouvements du plateau**. Le projet initial prévoyait un ajustement mécanique de la position du plateau. La conception finale permet l'utilisation d'une commande électrique sans à-coup qui actionne l'ajustement en hauteur de la table, son inclinaison et sa rotation.

➤ *Modification de l'éclairage*

L'éclairage a été amélioré par l'ajout de quatre plafonniers et un remplacement des fluorescents existants. Les nouveaux plafonniers ont été placés directement au-dessus de la table de travail, de façon à limiter au maximum les ombres portées. En outre, les portes du local ont été percées de deux fenêtres qui laissent passer la lumière du jour et donnent une visibilité depuis l'extérieur du local, contribuant ainsi à la sécurité des occupants. Il y a maintenant plus de 1650 Lux au niveau de la table de travail ce qui est recommandé pour ce travail de précision.

V. *Intérêt des nouveaux équipements*

Le projet réalisé a permis d'améliorer grandement les conditions de travail pour le dégagement des concrétions. Le tableau ci-dessous résume les améliorations apportées à la suite du projet ergonomique.

Tableau 2 : Améliorations liées à la révision de la méthode de travail

SECTEUR	AMÉLIORATION
Posture de travail	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nouvelle table de travail qui offre maintenant une position plus confortable ; ▪ La durée du temps de travail continue pour le dégagement des concrétions est fixée à 50 minutes. Chaque période doit être entrecoupée de 15 minutes avant d'en reprendre une nouvelle ; ▪ Le recours à un lève-personne pour faciliter le déplacement aisé des concrétions ; ▪ Une nouvelle chaise ergonomique ajustable à la taille de chaque utilisateur et adaptée au type de travail (fournisseur : Bouty Inc.) ; formation sur l'ajustement de la chaise ; ▪ Le port d'une télé loupe permet de voir les détails de la concrétion avec plus de précision ; l'utilisateur peut alors s'appuyer le dos plus souvent.
<i>Environnement général</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Les particules et la poussière (sèche ou humide) sont captées par les bras articulés de la table.
<i>Environnement sonore</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La diminution du bruit général de 3 dB (A) ; NOTE : D'autres recherches sont en cours pour trouver une solution au marteau pneumatique (forme, poids et bruit) ; ▪ L'apport d'équipements de protection individuels adaptés et plus performants.
<i>Éclairage</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'augmentation de l'éclairage (deux fois plus important) ; ▪ Les lampes sont maintenant ajustées de façon à ne pas créer d'ombres au niveau des concrétions.
<i>Sécurité générale</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deux parties vitrées ont été ajoutées à la porte du local ; ▪ L'ajout d'un bouton panique augmente l'efficacité d'intervention en cas d'accident ; ▪ La visibilité donnée par les fenêtres est renforcée par le fait que le local est situé sur un lieu de passage dans l'édifice.

En plus de mentionner tous les avantages liés au confort des nouveaux équipements, on doit souligner ici leur versatilité. En effet, le local, et en particulier la table, pourront ultérieurement être soumis à d'autres usages. Déjà dans ses besoins actuels, la table a été conçue de façon à être polyvalente. En effet, quand le plateau supérieur est utilisé dans un bassin, le plateau inférieur peut servir à la fouille d'autres concrétions ou au nettoyage-dégagement d'autres objets en traitement. Et, de ce fait, au terme du dégagement de toutes les concrétions de l'épave du *Elizabeth and Mary*, la reconversion de la table pourra être facilement envisagée.

VI. Conclusion

Le projet d'ergonomie mis de l'avant pour réaliser un espace de travail mieux adapté au dégagement des concrétions doit en premier lieu sa réussite à l'appui de la Directrice du Centre de conservation du Québec, Madame Murielle Doyle. L'aboutissement du projet tient également à la communication entre les partenaires impliqués. Plusieurs rencontres ont été organisées afin de s'ajuster et de solutionner les lacunes éventuelles du projet. Des essais préliminaires en situation réelle ont également été réalisés.

Au cours de 2005-2006, un suivi sera réalisé pour évaluer le fonctionnement de la nouvelle table et s'assurer que la méthode de travail assure l'intégrité des restaurateurs, en situation de travail physique en tout temps sécuritaire. Le projet donne lieu en effet à des changements importants au niveau des habitudes de travail impliquant l'acquisition avec le temps de nouveaux réflexes qui deviendront ergonomiques.

Le projet a été réalisé par :

Centre de conservation du Québec

- Murielle Doyle, directrice
- André Bergeron, restaurateur
- Blandine Daux, restauratrice
- Jérôme-René Morissette, restaurateur et représentant du CSS

Association paritaire pour la santé et la sécurité au travail (Section Administration)

- Renée Hamel, conseillère en prévention et responsable du projet
- Daniel Grenier, ergonomiste

COORDONNÉES DES DIFFÉRENTS INTERVENANTS DANS LE PROJET

Centre de conservation du Québec

Adresse postale : 1825, rue Semple, Québec (QC) G1N 4B7
Téléphone : (418) 643-7001
Télécopieur : (418) 646-5419
Site Web : www.ccq.mcc.gouv.qc.ca

Julien Inc.

Adresse postale : 935, rue Lachance, Québec (QC) G1P 2H3
Téléphone : (418) 687-3630
1-800-461-3377
Télécopieur : (418) 687-3993
1-866-687-3993
Site Web : www.julien.ca

Bouty Inc.

Adresse postale : 10310, rue Pelletier, Montréal (QC) H1H 3R3
Téléphone : (418) 955-3211
(514) 324-0916
Télécopieur : (514) 324-2335
Site Web : www.bouty.com

Dépanago Inc.

Adresse postale : 1451, boulevard Charest Ouest, Québec (QC) G1N 4H7
Téléphone : (418) 682-8300

Aérofil Inc.

Adresse postale : 328, rue des Cizerins, Saint-Nicholas (QC) G7A 3H6
Téléphone : (418) 831-1750
Télécopieur : (418) 831-9974