

Présentation du TC8000 – Faire tomber les obstacles à la productivité dans l'entrepôt



Résumé

Aujourd'hui, les entrepôts ont à faire face à une hausse du volume des expéditions, à des cycles de livraison écourtés et à un personnel qui souhaite travailler avec un appareil et des applications aussi simples d'emploi que ceux qu'ils utilisent dans leur vie personnelle. Pourtant, nombreux sont les entrepôts à déjà utiliser des appareils mobiles dans leurs allées, afin d'améliorer la productivité et la précision de l'identification des marchandises jusqu'à leur expédition. Dans la mesure où les entrepôts tirent déjà un maximum d'avantages de leurs solutions de mobilité, que peuvent faire les gestionnaires d'entrepôts pour accroître (d'avantages/davantage) la productivité ?

L'équipe Innovation et conception de Zebra s'est penchée sur cette question, afin de réinventer le terminal mobile traditionnel des entrepôts. Ce livre blanc explique le parcours suivi pour recueillir les informations, analyser les facteurs humains et aboutir à la conclusion qu'il fallait créer un nouvel appareil pour répondre aux trois principes mis à jour : améliorer la fluidité des tâches et la productivité, optimiser le confort de l'utilisateur et minimiser les risques de blessure.

Il a d'abord fallu observer pour bien cerner les besoins des clients, tester l'utilisation de l'appareil pour en améliorer la simplicité puis évaluer l'ergonomie pour minimiser les contraintes physiques liées à l'exécution des tâches et axer la conception sur l'utilisateur. Résultat : le terminal mobile TC8000 s'impose dans cette nouvelle catégorie de terminaux mobiles pour l'entrepôt. Dans les pages qui suivent, vous trouverez les mesures et les résultats des tests prouvant que l'architecture révolutionnaire du TC8000 apporte des gains de productivité révolutionnaires : une heure gagnée par employé et par journée de travail.

Le défi

Un entrepôt se doit de préparer les commandes en temps et en heure, et avec précision, pour assurer la livraison des bons produits, au bon moment et au bon client. Le volume de commandes qu'un entrepôt est à même de traiter dépend de l'efficacité, de la précision et de la productivité du préparateur. Dans leur grande majorité, les entrepôts ont déjà abandonné les processus papier au profit de systèmes électroniques. Ils ont notamment remplacé les formulaires papier utilisés pour la livraison instantanée et la collecte d'informations par des terminaux mobiles portables sans fil. Grâce à cela, les entreprises connaissent déjà de considérables gains d'efficacité, mais de nouveaux défis opérationnels imposent aux entrepôts de trouver encore d'autres moyens d'améliorer cette productivité et cette précision. Les ventes en ligne et les livraisons à domicile, par exemple, engendrent un accroissement spectaculaire du volume des commandes et des références. Un service ultra-rapide étant devenu la norme, il est impératif de traiter les commandes au plus vite. Par ailleurs, les utilisateurs se montrent plus exigeants. Aujourd'hui, le personnel souhaite travailler avec des interfaces tactiles dont il a l'habitude plutôt que de communiquer, entre collègues ou avec le système de gestion d'entrepôt (WMS), via les « écrans verts » des applications d'émulation de terminaux conventionnelles.

Identifier les pertes de productivité dissimulées dans l'entrepôt

PRINCIPALES CONCLUSIONS DE L'ÉTUDE

L'équipe Innovation et conception de Zebra a entrepris une étude pour découvrir si les processus quotidiens de gestion d'entrepôt impliquant l'usage de terminaux mobiles pouvaient poser problème en termes de fluidité des tâches, de productivité et de confort de l'utilisateur. L'étude a été menée sur plusieurs sites de clients en Amérique du Nord, en Europe et en Asie. Elle consistait à :

- s'entretenir avec les différents acteurs, dont les gestionnaires d'exploitation et les responsables informatiques ;
- observer les employés et dialoguer avec eux, lors de la préparation des commandes.

Une première conclusion est vite ressortie : les terminaux mobiles traditionnels de type « pistolet » obligent les utilisateurs à procéder en deux étapes à chaque opération de « lecture et vérification ».

1. Dans un premier temps, le code à barres est lu.
2. Puis, pour vérifier le bon déroulement de l'opération, l'employé doit constamment incliner les terminaux de type pistolet afin de visualiser les informations affichées à l'écran.

Avec en moyenne trois opérations de « lecture et vérification » par article prélevé, ce mouvement de poignet interrompt le flux de travail, allonge le temps de traitement et fait naître des tensions physiques. Il en résulte une perte de productivité et d'efficacité de l'utilisateur et une fatigue accrue.

La solution

UNE INTERFACE UTILISATEUR À UN SEUL PLAN

D'après les enseignements tirés, l'équipe s'est attelée à la tâche, afin de concevoir une architecture capable d'éliminer ces « inclinaisons » superflues. Après plusieurs séances de réflexion et maintes améliorations de l'architecture est né un terminal mobile portable de nouvelle génération, tout à fait révolutionnaire de par son nouvel angle de lecture. Les « inclinaisons » étaient dues au fait que les terminaux mobiles de type pistolet d'aujourd'hui travaillent dans deux plans : l'un pour scanner l'article et l'autre pour visualiser les informations à l'écran. Avec cette nouvelle ergonomie à plan unique, les utilisateurs scannent l'article et lisent l'écran en un seul geste (voir Figure 1). Cette configuration d'affichage en « ligne de visée » devrait :

- éviter en totalité les mouvements de bascule ;
- aboutir à d'importants gains de productivité des employés, en réduisant les mouvements et les efforts physiques associés aux prélèvements des articles.

Si tout semblait parfait sur le papier, encore fallait-il tester cette hypothèse.

Les 3 phases de test

Trois phases de test étaient prévues : au niveau du concept initial puis du prototype et, enfin, du produit final.

PHASE 1 – TEST DU CONCEPT

Le tout premier modèle a été construit en 2012, pour vérifier l'hypothèse de départ selon laquelle l'interface en « ligne de visée », permettant de capturer les données dans un seul plan, contribuerait à réduire les efforts et à accroître la productivité. Une maquette a alors été réalisée avec l'écran en ligne de visée de l'utilisateur. Un moteur d'analyse Zebra Technologies a été positionné dans le même plan et raccordé à un module de déclenchement fixé dans la poignée (voir image ci-dessous).



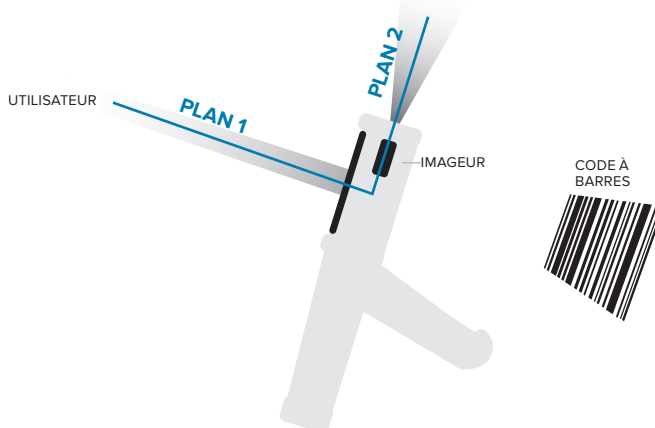
Ce concept a été testé par rapport à un terminal mobile de type pistolet. Le but était d'examiner les avantages potentiels que cette nouvelle architecture pourrait apporter en comparaison avec la forme pistolet traditionnelle.

Au cours de cette phase de test, 10 magasiniers expérimentés ont exécuté 66 lectures avec chaque appareil, lors d'une simulation de prélèvement et d'emballage en entrepôt réalisée dans le laboratoire Zebra Human Factors. Il a été demandé aux employés de réaliser les quatre tâches suivantes :

1. Scanner l'emplacement sur le rayon
2. Vérifier le code de l'emplacement qui était affiché sur l'écran de l'appareil
3. Scanner le produit à cet emplacement
4. Vérifier le numéro du produit en lisant les informations affichées sur l'écran de l'appareil

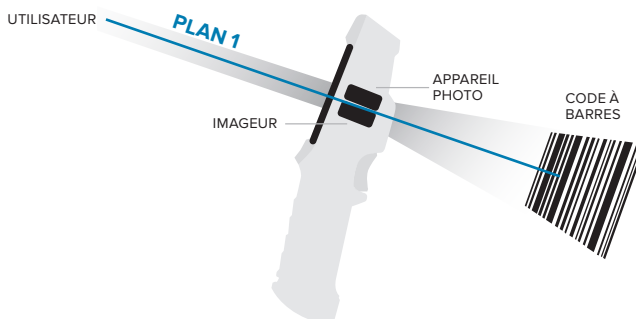
ARCHITECTURE DEUX PLANS CONTRE UN PLAN

Terminaux mobiles de type pistolet : Interface utilisateur à deux plans



Les terminaux mobiles traditionnels de type pistolet possèdent une interface à deux plans qui oblige l'utilisateur à capturer un code à barres dans un plan et à visualiser les informations affichées à l'écran dans un deuxième.

Une nouvelle architecture : Interface utilisateur à un plan



Ce nouvel angle de lecture permet aux utilisateurs de travailler dans un seul et même plan, qu'ils capturent un code à barre ou lisent les informations sur l'écran.

FIGURE 1

Non contents d'étudier le temps nécessaire à la réalisation de ces tâches, nous avons fait appel à l'électromyographie (EMG) et à des électrogoniomètres, pour recueillir et mesurer l'activité musculaire et les mouvements du poignet pendant toute la durée des opérations de « lecture et vérification ». Les données obtenues sur l'effort musculaire développé et les déviations posturales induites par l'usage d'un terminal mobile portable indiquaient la contrainte physique qui pèse sur l'utilisateur en termes, notamment, d'effort physique et de fatigue musculaire.

Détails du test d'électromyographie de surface (EMG)

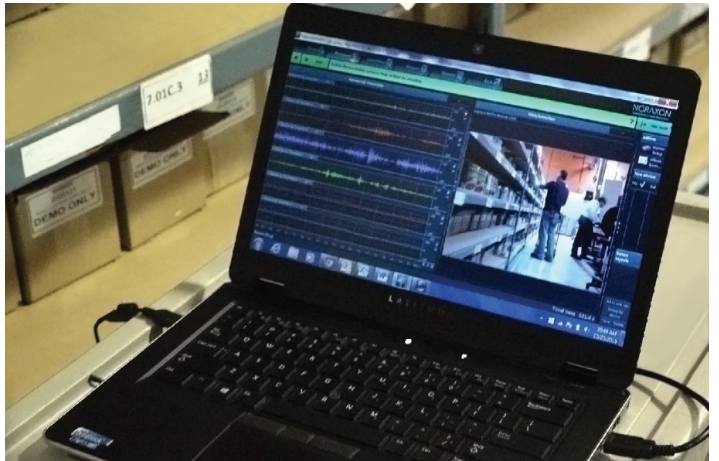
L'activité des muscles fléchisseurs et extenseurs (les deux grands groupes musculaires de l'avant-bras) a été observée lors de la sollicitation de la main tout au long du prélèvement des articles.

Nous avons demandé à chaque participant de saisir et de serrer un dynamomètre dans la main, afin d'obtenir une valeur de référence pour la contraction volontaire maximale (CVM) des muscles impliqués. Les signaux EMG correspondants ont été calibrés en fonction de la CVM, afin d'obtenir le pourcentage d'utilisation

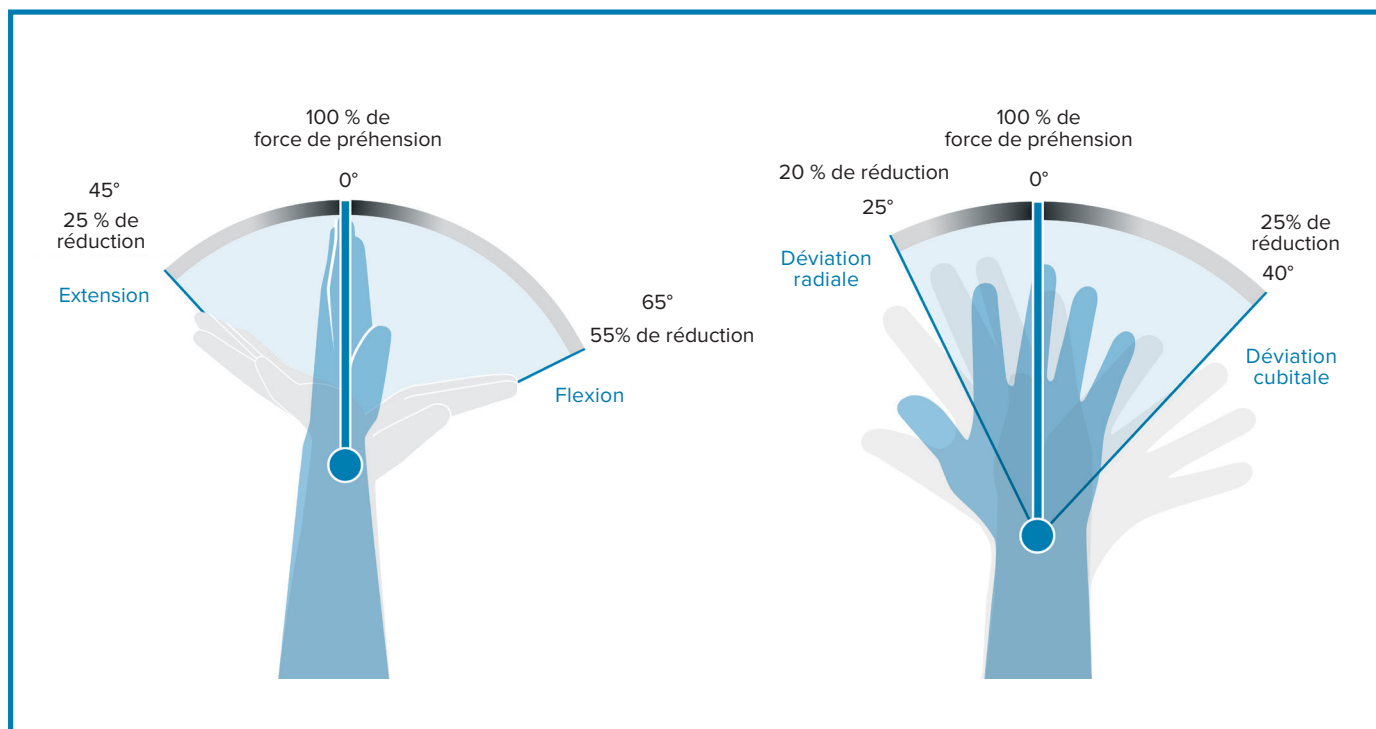
musculaire (PUM) associé à chaque test ultérieur (% CMV). Ce processus de normalisation a permis de comparer les efforts musculaires d'un participant à un autre. Les niveaux d'effort musculaire ont été regroupés et analysés, afin d'évaluer l'effort développé par chaque main/avant-bras de chaque participant. Les niveaux d'effort moyens ont été déterminés.

La réduction de l'effort musculaire, mesurée sous forme de pourcentage de la contraction volontaire maximale (%CVM) favorise la circulation sanguine, améliore l'assimilation de l'acide lactique et atténue la fatigue. Une étude a indiqué qu'en cas de contractions statiques des muscles inférieures à 10 % de la CVM, le flux sanguin circule librement, et l'équilibre physiologique du muscle est maintenu à un niveau aérobie.¹ À des tensions musculaires de 20 % à 30 % de la CVM, des perturbations circulatoires apparaissent, l'apport d'oxygène diminuant et les déchets s'accumulant dans le muscle. Des contractions statiques de plus de 30 % de la CVM engendrent un net ralentissement du flux sanguin et aboutit à une occlusion totale à environ 50 à 60 % de la CVM.^{1,2}

UTILISATEURS ÉQUIPÉS D'ÉLECTRODES POUR LES TESTS D'EMG ET DE GONIOMÉTRIE



IMPACT DE LA POSTURE DE LA MAIN SUR LA FORCE DE PRÉHENSION



Source de données : Ergonomic Design for People at Work, Vol 2, par Eastman Kodak Company

FIGURE 3 : comme le montrent les schémas ci-dessous, la force de préhension est à son maximum lorsque la main est alignée en droite ligne dans le prolongement du bras. Toute déviation entraîne une réduction de la force de préhension, qui se traduit par une fatigue de l'utilisateur et, au final, par des risques d'erreurs. Avec les terminaux mobiles de type pistolet, les utilisateurs sont soumis à plusieurs extensions et flexions de la main à chaque inclinaison de l'appareil lors de la capture du code et de la visualisation des données. En revanche, avec sa conception monoplan en « ligne de visée », le nouveau TC8000 permet aux utilisateurs de conserver l'alignement de la main, du poignet et de l'avant-bras, ce qui donne aux utilisateurs la possibilité d'exercer leur force de préhension maximale.

Détails du test avec électrogoniomètre

Les postures dynamiques du poignet de la main dominante (la main qui tient l'appareil) ont été enregistrées à l'aide d'un électrogoniomètre. Les mouvements de la main et du poignet ont été mesurés dans deux plans anatomiques : les angles en flexion/extension et en déviation radiale/cubitale. Les déviations au-delà de la position neutre du poignet (droit) entraînaient une diminution de la force de préhension disponible qui, à terme, pouvait se solder par une fatigue.

Résultats des tests

Le test du concept de la phase 1 laissait entrevoir une grande marge de manœuvre pour accroître la productivité à l'aide d'un affichage en ligne de visée, en éliminant tous les mouvements parasites du poignet associés aux tâches de lecture et de vérification lors du prélèvement des articles. De plus, ces gains pourraient être obtenus avec moins d'effort physique de la part des utilisateurs, ce qui leur permettrait d'accomplir davantage de tâches à moindre effort.

Vous trouverez dans les pages qui suivent les mesures relatives à la productivité et à l'effort physique de l'utilisateur, extraites de cette étude.

DÉLAI MOYEN DE RÉALISATION DES TÂCHES

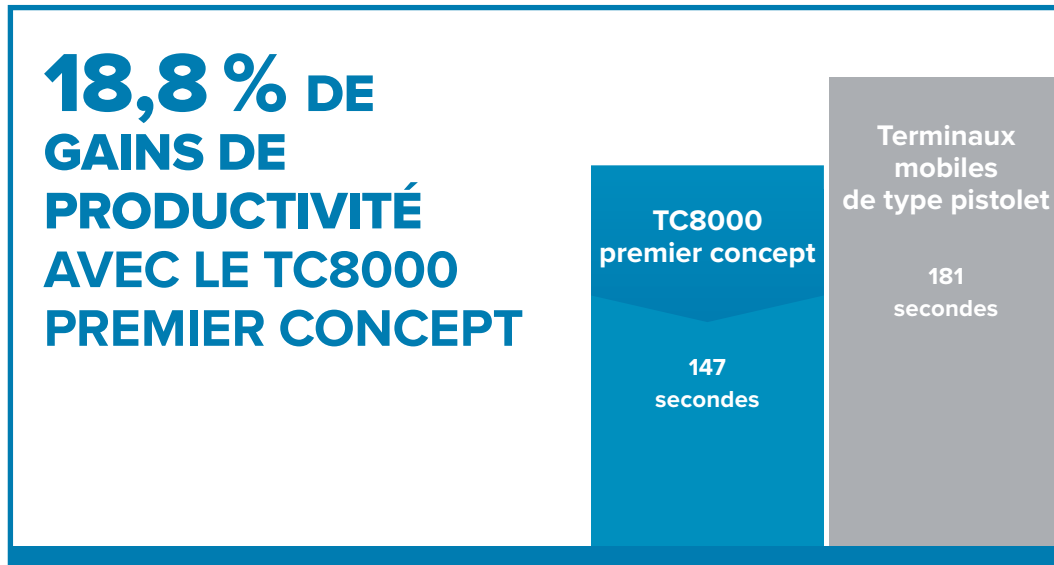


FIGURE 4 : en moyenne, dans la phase conceptuelle, l'appareil affichait une hausse de productivité de 18,8 % sur les terminaux mobiles de type pistolet, chez tous les préparateurs travaillant à raison de 13 à 14 lectures par minute.

ACTIVITÉ DU MUSCLE FLÉCHISSEUR LORS DU PRÉLÈVEMENT DES ARTICLES



FIGURE 5 : en moyenne, le TC8000 premier concept affichait une baisse importante de l'activité du muscle fléchisseur lors du prélèvement des articles par rapport au terminal mobile de type pistolet.

* *Contraction volontaire maximale (CMV)*

NOMBRE DE MOUVEMENTS DU POIGNET PAR EMPLACEMENT DE PRÉLÈVEMENT



FIGURE 6 : le TC8000 premier concept réduisait les mouvements de bascule du poignet de 76,1 % par rapport aux terminaux mobiles de type pistolet.

PHASE 2 – TEST DU PROTOTYPE EN FONCTIONNEMENT

Alors que le TC8000 passait de concept en prototype, ces différents cycles de test ont été menés sur les tout premiers prototypes en 2013 et 2014 :

- **CYCLE 1** : le premier cycle de tests de l'appareil a été mené par un organisme tiers, US Ergonomics dans un entrepôt.
- **CYCLE 2** : le deuxième cycle de tests a été mené par Zebra sur la chaîne logistique d'un client. Ces tests ont révélé des gains de temps pouvant aller jusqu'à 60 % du fait de l'élimination du mouvement de bascule du poignet (lecture et vérification) lors du prélèvement des articles, soit une hausse d'environ 7 % de la productivité sur l'ensemble du flux de travail de la préparation des commandes. (Dans ce cas, le rythme était de 5 à 6 lectures par minute.)
- **CYCLE 3** : le troisième cycle de tests a été conduit en interne chez Zebra, avec les toutes premières versions d'un appareil client à émulation de terminal entièrement tactile.



Résultats combinés à l'issue des cycles un et trois des tests de la phase 2 :

ACTIVITÉ DES MUSCLES FLÉCHISSEUR ET EXTENSEUR (% CMV)

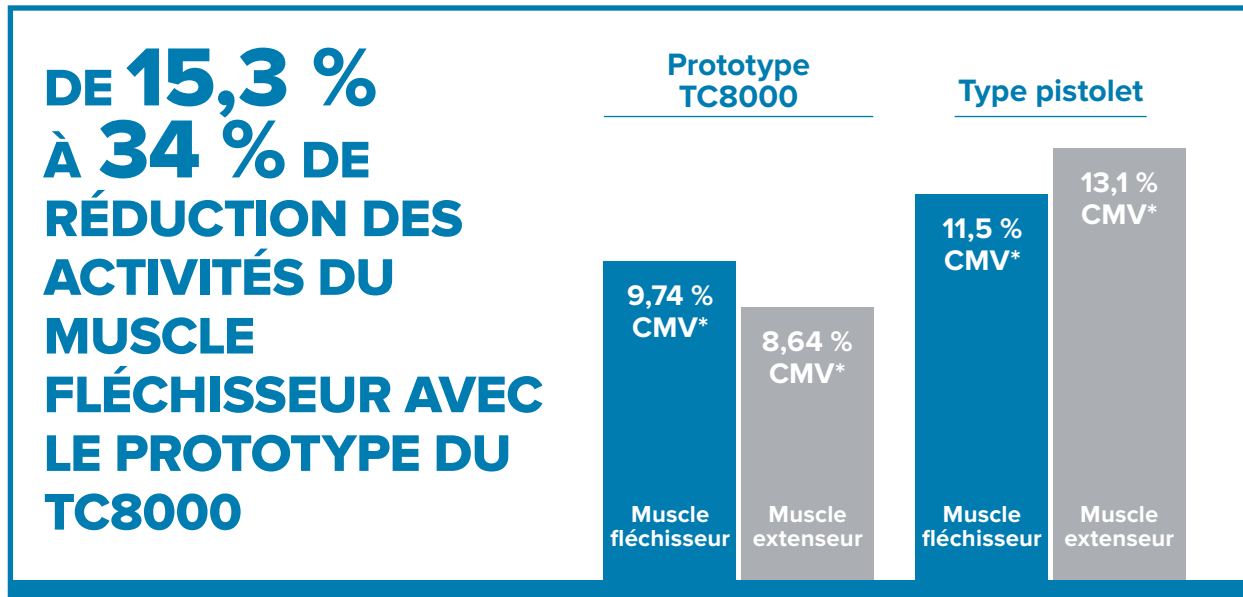


FIGURE 7 : le test de l'activité musculaire confirmait une nouvelle fois la diminution de l'effort musculaire de l'utilisateur. Le prototype du TC8000 permettait une baisse de 15,3 % à 34 % de l'effort musculaire par rapport aux terminaux mobiles de type pistolet lors des tâches de lecture et vérification.

* Contraction volontaire maximale (CMV)

TEST DE L'ACTIVITÉ MUSCULAIRE ET DE LA DÉVIATION DU POIGNET : RÉSULTATS DE L'EMG ET DU TEST GONIOMÉTRIQUE

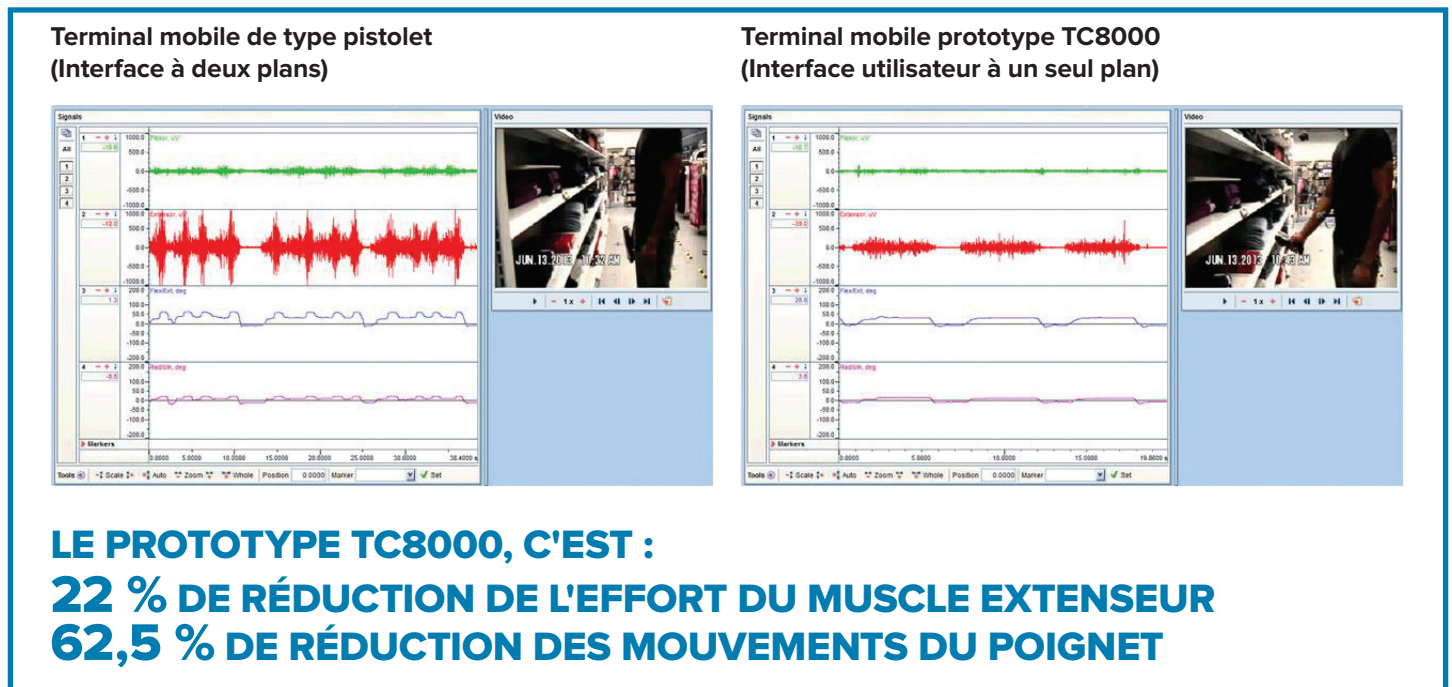


FIGURE 8 : les données relatives à l'activité musculaire montrent des réductions significatives dans l'amplitude des signaux et des tâches réalisées plus vite avec le prototype TC8000. Les mesures de la posture du poignet indiquaient également une réduction spectaculaire de 62,5 % des mouvements du poignet par rapport aux terminaux mobiles de type pistolet.

DÉLAI MOYEN DE RÉALISATION DES TÂCHES ATTRIBUABLES À L'ÉLIMINATION DES INCLINAISONS

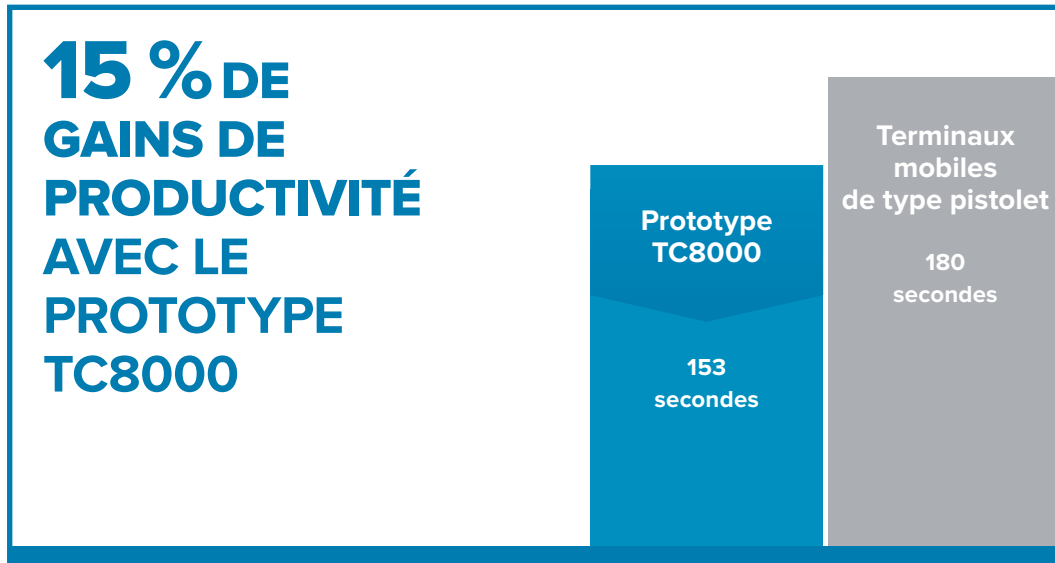


FIGURE 9 : le test de productivité à raison de 12 lectures/minute montrait que le prototype TC8000 permettait un gain de productivité de 15 % par rapport à un terminal mobile de type pistolet.

DÉLAI MOYEN DE RÉALISATION DES TÂCHES ATTRIBUABLE À L'ÉLIMINATION DES INCLINAISONS, PLUS À L'INTERFACE UTILISATEUR TACTILE ALL-TOUCH TE

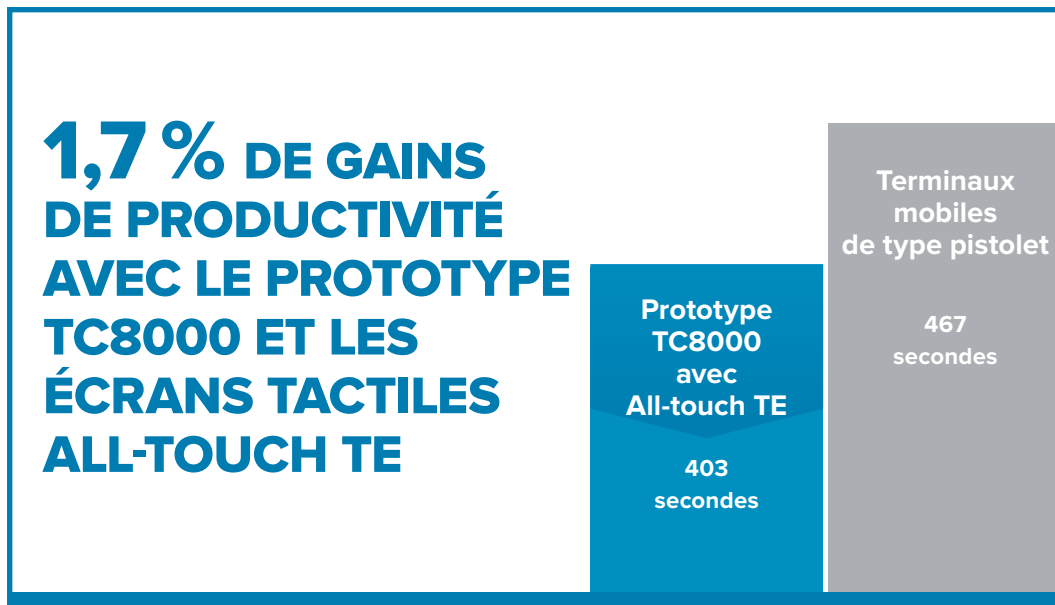


FIGURE 10 : le test de productivité consistait à comparer le prototype TC8000 équipé d'une première version du logiciel d'émulation de terminal tactile à un terminal mobile de type pistolet exécutant l'ancienne application d'émulation de terminal à écran vert. L'application All-touch TE permettait de transformer les traditionnels « écrans verts » en écrans HTML5 interactifs tactiles, esthétiquement dignes de ceux que les employés retrouvent aujourd'hui dans les applications grand public qu'ils utilisent à titre personnel. Le prototype TC8000, avec son interface utilisateur enrichie, se montrait 13,7 % plus rapide que le terminal mobile de type pistolet lors du flux de prélèvement testé à raison de 12 à 14 lectures/minute.

PHASE 3 – TEST DU PRODUIT FINAL : VALIDATION DES CHIFFRES ISSUS DES PHASES DE TEST ANTÉRIEURES

Le test final qui consistait à comparer le TC8000 à un terminal mobile de type pistolet s'est déroulé en deux parties :

- Le test contrôlé en entrepôt a été réalisé par US Ergonomics, organisme tiers très respecté dans le monde du travail et leader en matière d'ergonomie (us-ergo.com). US Ergonomics dispose d'une équipe pluridisciplinaire : ergonomes professionnels certifiés, ingénieurs des secteurs industriels et mécaniques, professionnels de la sécurité et de la santé au travail et spécialistes de la médecine du travail. L'expertise du groupe couvre une multitude d'environnements : industrie, service et tâches administratives. L'entreprise compte des experts en ergonomie dans plus de 30 villes américaines, en Europe et en Asie.
- Le test de productivité a été mené par Zebra au niveau de la chaîne logistique d'un client.

Pour cette phase de test, le logiciel d'émulation de terminal tactile a été chargé sur le TC8000 sur le site du client, et une version simulée a été installée pour le test de l'entrepôt tiers. Le TC8000 a ensuite fait l'objet d'une comparaison avec un terminal mobile classique de type pistolet exécutant l'ancien logiciel d'émulation de terminal à écran vert.

Le résultat a confirmé les statistiques générées dans les premières phases, y compris par les tests tiers.

Test contrôlé en entrepôt

La conduite de ce test a été confiée à US Ergonomics. Un flux de travail prélèvement et emballage a été mis en place à l'aide d'une simulation d'écran vert sur le terminal mobile de type pistolet et d'une simulation d'écran tactile, All-touch TE, sur le TC8000. Dix magasiniers expérimentés ont été mobilisés pour le test. Les mesures que l'on cherchait à connaître concernaient : l'effort musculaire déployé pour les tâches de lecture et de vérification, les déviations du poignet lors de ces mêmes tâches et le temps global nécessaire à la réalisation des tâches.

INTERFACE ALL-TOUCH TE INNOVANTE

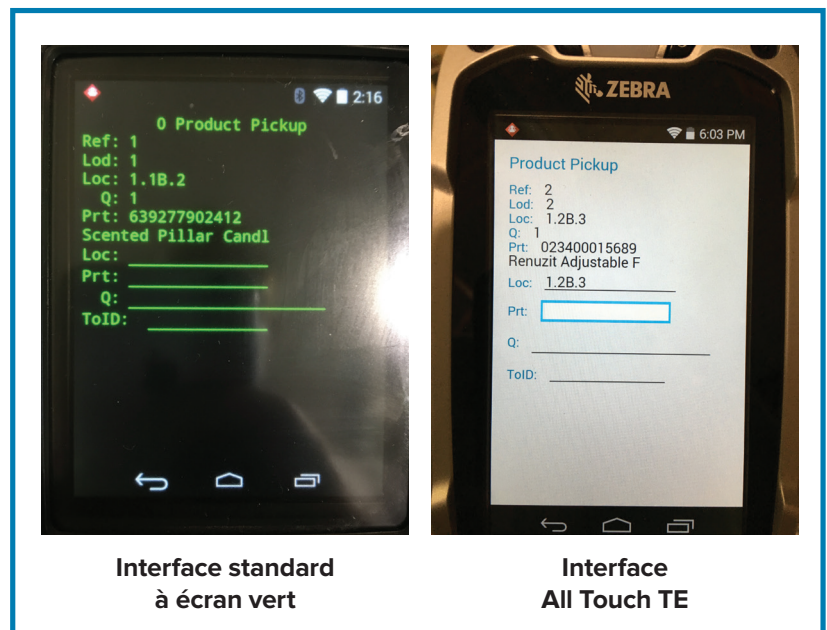


FIGURE 11 : captures d'écran réelles des appareils utilisés au cours des tests. L'« écran vert » de l'émulation de terminal d'origine et sa version tactile, créée automatiquement à l'aide de l'application cliente All-touch TE, sans programmation ni modification de l'interface hôte. Cet outil, simple d'emploi, est préchargé avec une licence préactivée sur tous les appareils TC8000. Les clients disposent immédiatement d'un moyen efficace et rentable de transformer les applications TE existantes en applications tactiles, capables d'exploiter à la fois le système d'exploitation Android et les fonctionnalités de capture de données du TC8000.

DÉLAI MOYEN DE RÉALISATION DES TÂCHES AVEC ALL-TOUCH TE

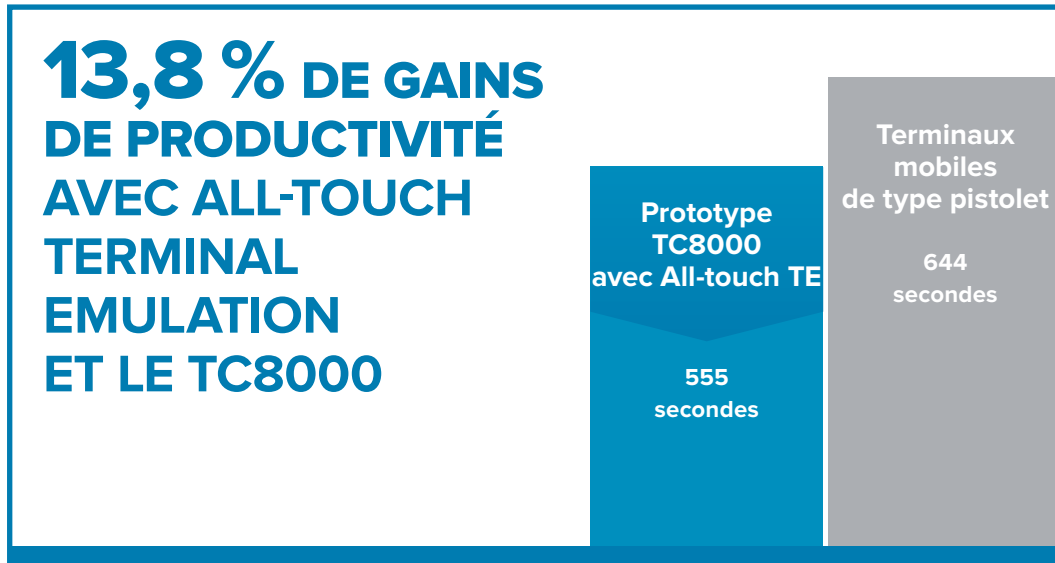


FIGURE 12 : les résultats ci-dessus sont basés sur un rythme de 11,22 lectures par minute. En moyenne, le TC8000 équipé de l'application All-touch TE se montrait 13,8 % plus rapide que le terminal mobile de type pistolet lors des tâches de prélèvement.

RÉDUCTION DE L'EFFORT MUSCULAIRE/DÉVIATION DU POIGNET — CONFIRMATION DES RÉSULTATS DE LA PHASE 2



FIGURE 13 : les niveaux présentés dans les images ci-dessus pour l'effort musculaire et la posture du poignet viennent confirmer les résultats obtenus lors de la phase 2. L'amplitude des signaux musculaires et des déviations du poignet enregistrées lors des opérations de lecture et vérification est considérablement réduite, ce qui aboutit à une accélération des tâches.

EFFORT MUSCULAIRE MOYEN (% CMV) POUR L'AVANT-BRAS DOMINANT EN FONCTION DE LA HAUTEUR DU RAYON

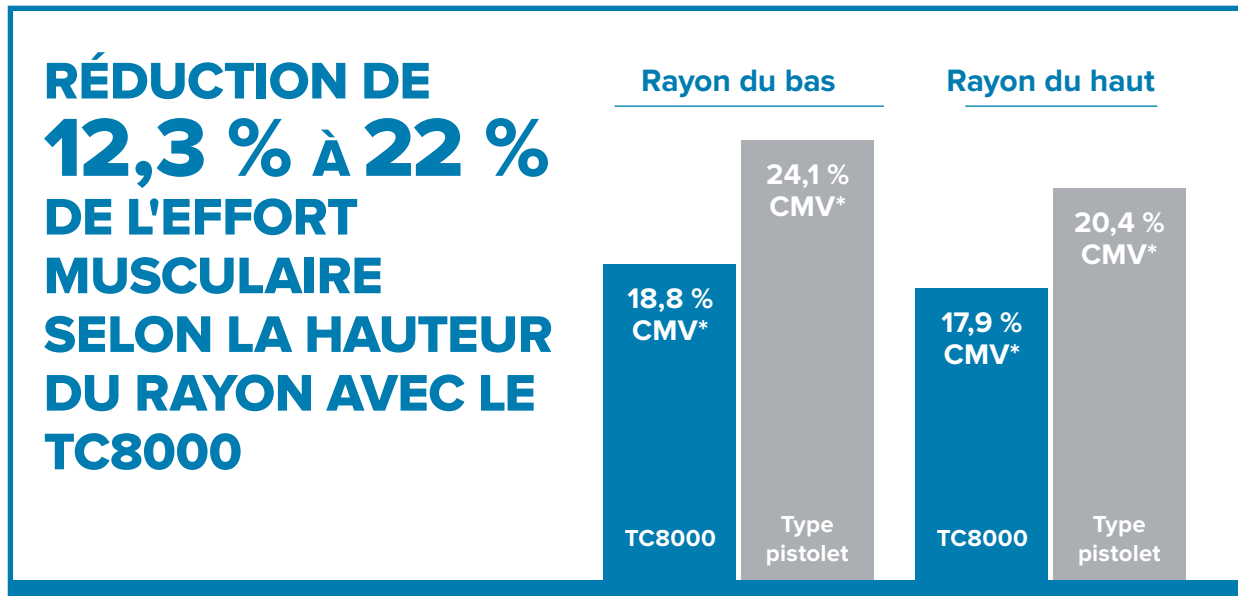


FIGURE 14 : l'effort musculaire développé par l'avant-bras de la main tenant l'appareil est illustré ci-dessous selon la hauteur des rayons. Avec le TC8000, une réduction de 12,3 % (rayon du haut et du milieu) à 22 % (rayon du bas) était constatée par rapport au terminal mobile de type pistolet au cours des opérations de lecture et vérification. Ces chiffres correspondent très bien aux résultats précédents indiquant une réduction de 15,6 % à 34 %, selon la hauteur du rayon. * *Contraction volontaire maximale (CMV)*

MOUVEMENT TOTAL DU POIGNET EN FONCTION DE LA HAUTEUR DU RAYON (EN DEGRÉS)

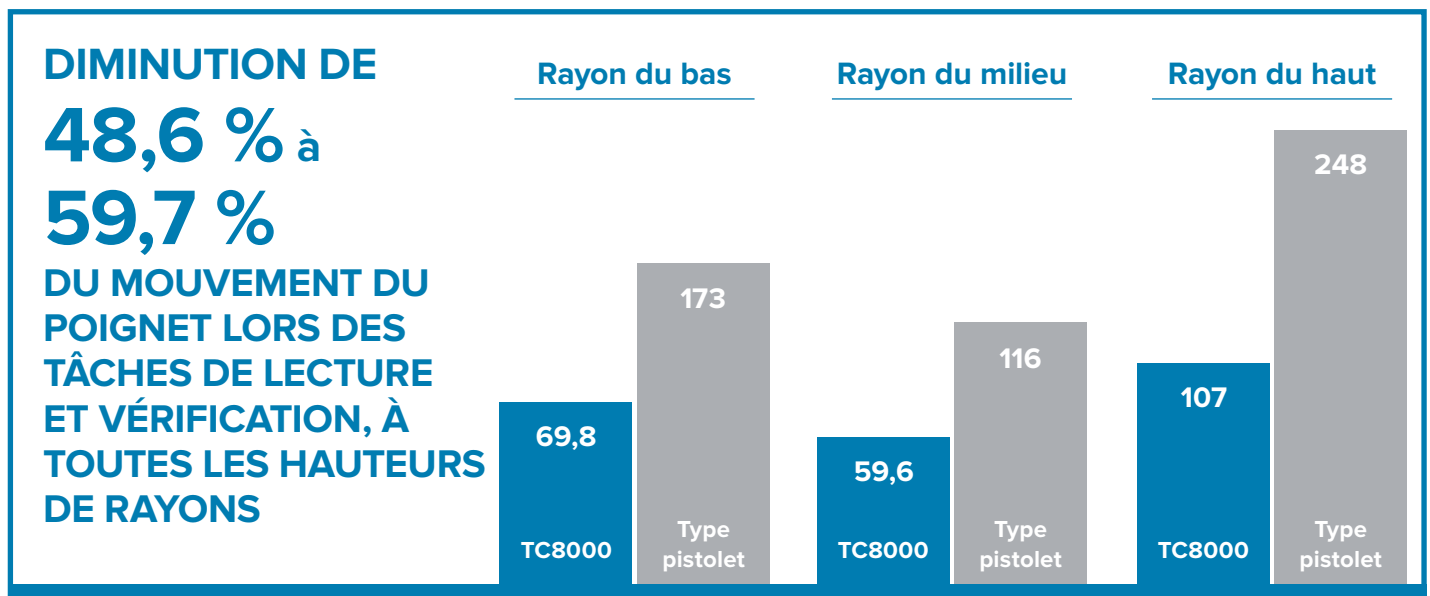
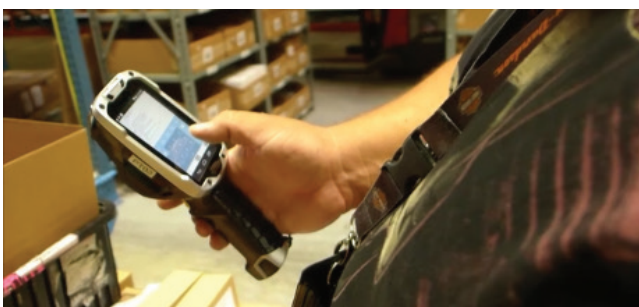


FIGURE 15 : le mouvement total du poignet (exprimé en degrés) est rappelé ci-dessus pour toutes les hauteurs de rayons. Avec le TC8000, une réduction moyenne de 55,1 % du mouvement du poignet est constatée par rapport au terminal mobile de type pistolet, quelle que soit la hauteur du rayon lors des opérations de lecture et vérification.

Test de productivité sur la chaîne logistique d'un client

Deux appareils TC8000 dotés du logiciel d'émulation de terminal tactile ont été déployés sur la chaîne logistique d'un site client. Deux préparateurs ont utilisé les appareils sur une période de trois semaines. Alors que le client commence à générer des mesures globales via un système de gestion d'entrepôt (WMS), la simple observation des préparateurs utilisant le TC8000 et le pistolet traditionnel sur des flux de préparation similaires fait ressortir quelques-uns des avantages du TC8000 (voir les images des utilisateurs ci-dessous).



Les délais de réalisation des tâches ci-dessous représentent la moyenne calculée d'après les données des deux préparateurs avec chaque appareil. Des sous-tâches importantes du flux de préparation des commandes ont été chronométrées à des fins de comparaison. Il n'était pas tenu compte du nombre de produits traités, des temps de déplacement ou des temps d'inventaire. Des chiffres globaux relatifs au flux de préparation des commandes seront générés au fil du temps.

TC8000 (avec All-touch Terminal Emulation)	
Scan de l'emplacement/ placement du carton sur le tapis roulant :	3,0 secondes
Scan du produit/ saisie de la quantité :	6,0 secondes
Scan du carton	3,5 secondes
Scan du numéro de série (8 codes à barres)	5,5 secondes
TOTAL	18,0 secondes

Terminal mobile de type pistolet (avec ancien écran vert)	
Scan de l'emplacement/ placement du carton sur le tapis roulant :	5,0 secondes
Scan du produit/ saisie de la quantité :	4,0 secondes
Scan du carton	4,0 secondes
Scan du numéro de série (8 codes à barres)	9,0 secondes
TOTAL	22,0 secondes

Plusieurs études ont montré un gain de productivité de 14 % avec le TC8000 pour des flux de prélèvement à raison de 11 à 12 lectures par minute, ce qui revient à un gain d'environ une heure par employé et par journée de travail de 8 heures.



Un peu de calcul : À EUX SEULS, LES MOUVEMENTS DE POIGNET INUTILES FINISSENT PAR REPRÉSENTER UNE HEURE PAR EMPLOYÉ PAR ET JOUR

Si le temps que les utilisateurs perdent à incliner sans cesse l'appareil peut paraître insignifiant par rapport au reste des opérations de l'entrepôt, les tests ont démontré que la vérité était tout autre. Bien que les mouvements de bascule de l'appareil ne prennent à peine plus d'une seconde lors des opérations de lecture et vérification, lorsqu'ils sont multipliés par le nombre de scans par jour puis par le nombre d'employés de l'entrepôt et, enfin, par le nombre d'entrepôts (pour les entreprises disposant de plusieurs sites), il est facile d'atteindre des millions de mouvements chaque semaine et d'exprimer la perte de temps en mois et en années.

Examinons les chiffres pour un seul magasinier d'un entrepôt bien actif :

$$\begin{array}{r}
 120 \text{ prélèvements d'articles individuels} \\
 \text{par heure} \\
 \times 3 \text{ « inclinaisons » par prélèvement} \\
 \hline
 360 \text{ mouvements inutiles par employé} \\
 \text{par heure} \\
 \times 8 \text{ heures par journée de travail} \\
 \hline
 2\,880 \text{ mouvements inutiles par employé} \\
 \text{par journée de travail} \\
 \times 1,25 \text{ secondes par « inclinaison »} \\
 \hline
 3\,600 \text{ mouvements inutiles par employé} \\
 \text{par journée de travail}
 \end{array}$$

soit 1 heure par employé et par jour

Un entrepôt comptant simplement 10 préparateurs de commande perdrait l'équivalent de 10 heures par jour de productivité, 50 heures par semaine — autrement dit l'équivalent d'un autre employé à temps plein.

Multipliez ce nombre d'heures par le nombre d'employés de votre entrepôt, et vous aurez une idée du nombre d'heures de productivité que vous risquez de perdre chaque jour dans votre entrepôt — heures que vous pourriez passer à préparer et à traiter davantage de commandes.

CONCLUSIONS

Sur ces trois phases de test, des résultats similaires ont été obtenus, que les tests aient été conduits par :

- Zebra en interne dans un environnement de simulation,
- Zebra sur un site client réel,
- US Ergonomics dans des environnements de simulation d'entrepôts réels, créés dans de vrais entrepôts Zebra non opérationnels. US Ergonomics est un organisme tiers réputé et respecté, spécialiste du monde du travail et de l'ergonomie des produits (priorité aux facteurs humains).

Ces tests mettent en avant les gains de productivité qu'apporte un TC8000 parfaitement configuré et équipé d'une interface d'émulation de terminal tactile par rapport aux terminaux de type pistolet :

- Rythme de 8 lectures/min ou moins : de 7 % à 10 %
- Rythme de 11 à 15 lectures/min : de 13 % à 15 %
- Rythme de 20 lectures/min ou plus : supérieur à 22 %

Dans leur grande majorité, les gains de productivité sont constatés dans les sous-tâches suivantes inhérentes à la préparation des commandes :

- Lecture, vérification et prélèvement, grâce à un nombre réduit de mouvements du poignet et à la présentation des informations en ligne de visée
- Manutention et placement des produits en sacs, grâce à la possibilité de tenir le TC8000 tout en manipulant les articles

Résultat : un gain de productivité pour le TC8000 estimé entre 7 % et une valeur à deux chiffres, par rapport au terminal mobile traditionnel de type pistolet.



**PLUSIEURS ÉTUDES
ONT MONTRÉ** un gain
de productivité de 14 % avec
le TC8000 pour des flux de
prélèvement à raison de 11
à 12 lectures par minute, ce
qui revient environ à un **gain
d'une heure** par employé et
par journée de 8 heures.

Références :

1. Textbook of Work Physiology: Physiological Basis of Exercise. 2nd Edition; P. Astrand, K. Rodahl, 1977; Pages 115-121
2. Occupational Biomechanics. 3rd Edition; D.B. Chaffin, G.B.J. Andersson, B.J. Martin, 1999; Pages 394-401
3. Rapport sur les tests de productivité du TC8000, octobre 2015, US Ergonomics
4. Rapport sur les tests du TC8000 et All-touch TE, septembre 2014, rapport interne de Zebra
5. Test de productivité du TC8000 PT1, juin 2013, US Ergonomics
6. Test Human Factors du concept TC8000, août 2012, rapport interne de Zebra

**POUR TOUTE INFORMATION COMPLÉMENTAIRE,
RENDEZ-VOUS SUR WWW.ZEBRA.COM/TC8000**



**Siège social général et Amérique
du Nord**
+1 800 423 0442
inquiry4@zebra.com

Asia-Pacific Headquarters
+65 6858 0722
contact.apac@zebra.com

Siège EMEA
zebra.com/locations
mseurope@zebra.com

Siège Amérique latine
+1 847 955 2283
la.contactme@zebra.com