

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
—  
**INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
—  
COURBEVOIE  
—

①① N° de publication : **3 057 367**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)  
②① N° d'enregistrement national : **16 59741**  
⑤① Int Cl<sup>8</sup> : **G 06 F 3/033** (2017.01)

①②

## BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ DISPOSITIF DE LOCALISATION D'UN IMPACT CONTRE UNE SURFACE INTERACTIVE, PROCÉDE ET PROGRAMME D'ORDINATEUR CORRESPONDANTS.

②② Date de dépôt : 10.10.16.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 13.04.18 Bulletin 18/15.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 09.11.18 Bulletin 18/45.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥① Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE  
ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES —  
FR.

⑦② Inventeur(s) : ALEXANDRE JEAN-MARC et BODEN  
ROBERT.

⑦③ Titulaire(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE  
ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BONNET.

FR 3 057 367 - B1



La présente invention concerne un dispositif de localisation d'un impact contre une surface interactive, par une analyse de différences de temps de propagation d'ondes mécaniques progressives se propageant à partir de l'impact. Elle concerne également un procédé mis en œuvre par ce dispositif et un programme d'ordinateur  
5 correspondant.

On connaît de nombreux objets à surface interactive, notamment des dispositifs d'affichages, des téléphones mobiles ou autres dispositifs portables d'assistance numérique personnelle. Leur interface est en général un écran plat et rectangulaire avec lequel un utilisateur peut interagir à l'aide d'un projectile, d'un  
10 stylet ou même d'un doigt. On notera cependant que l'invention s'applique plus généralement à tout type d'objet présentant une surface interactive apte à faire propager des ondes mécaniques progressives à partir d'un impact, cette surface n'étant pas nécessairement plane, ni de contour rectangulaire.

Par surface interactive, on entend une surface bidimensionnelle ou  
15 tridimensionnelle, capable de changer de forme au sens de l'élasticité statique et dynamique des matériaux lorsqu'elle est soumise à un impact tel qu'un toucher, une force de contact, une impulsion mécanique ou encore un choc, en permettant ainsi la propagation d'ondes mécaniques progressives détectables à l'aide de transducteurs, notamment des ondes acoustiques de surface, à partir du lieu de l'impact. La  
20 déformation de surface peut être submillimétrique non perceptible à l'œil nu. Des surfaces en plastique, verre ou métal conviennent.

Chacun des objets à surface interactive connus comporte un dispositif de localisation d'impacts à l'aide d'une ou plusieurs techniques de détection. Une tendance forte à la réduction du coût de fabrication et à la réduction de  
25 l'encombrement vise à ne retenir que les technologies les plus simples utilisant un nombre limité de capteurs. L'invention concerne ainsi plus précisément un dispositif de localisation mettant en œuvre une technologie de détection de la propagation d'ondes mécaniques progressives dans une surface interactive, notamment à l'aide de détecteurs de type transducteurs piézoélectriques.

30 Une première solution est divulguée dans le brevet US 7,345,677 B2. Elle est basée sur une reconnaissance de la position d'un impact par apprentissage. Le procédé mis en œuvre opère une corrélation croisée entre au moins un signal acoustique mesuré issu de la détection d'une onde acoustique engendrée par un impact sur la surface interactive de l'objet et un ensemble de référence dit  
35 « ensemble de signatures » constitué de réponses acoustiques impulsionnelles

préenregistrées, chacune étant relative à une position prédéfinie que l'on souhaite associer à une fonction et reconnaître lorsqu'un impact est porté sur cette position.

Une deuxième solution, par exemple divulguée dans le brevet US 8,330,744 B2, consiste à mesurer la perturbation d'un impact sur la propagation d'ondes  
5 mécaniques progressives émises régulièrement dans la surface interactive indépendamment de cet impact. Cette solution est réputée plus précise et fiable que la précédente, notamment pour qualifier ou suivre l'impact, mais elle est également basée sur une reconnaissance de la position d'un impact par apprentissage.

Ces deux premières solutions présentent l'inconvénient de dépendre de cet  
10 apprentissage qui peut être à la fois complexe à mettre en œuvre et rapidement inexploitable en cas de variations du milieu ou de la surface interactive. Elles nécessitent en outre des puissances de calcul assez importantes.

Une troisième solution, plus ancienne, est basée sur la mesure d'une  
15 différence de temps de transit d'un paquet d'ondes engendré par un impact vers une pluralité de détecteurs piézoélectriques et sur le calcul déterministe, à l'aide d'une formule mathématique préétablie, de la position d'une source émettrice du paquet d'ondes. Ainsi, cette solution nécessite un dispositif de localisation d'impact comportant :

- au moins trois transducteurs disposés et répartis contre la surface  
20 interactive, conçus pour capter les ondes mécaniques progressives se propageant dans la surface interactive et les transformer en signaux électriques, et
- une unité centrale électronique, reliée aux transducteurs pour recevoir leurs signaux électriques, programmée pour localiser l'impact dans la surface  
25 interactive par une analyse de différences de temps de propagation des ondes mécaniques progressives issues de l'impact vers les transducteurs sur la base d'instant de détection de l'impact identifiés dans les signaux électriques reçus.

D'une façon générale, il est ainsi possible de localiser un impact de doigt ou  
30 d'objet ponctuel (par exemple un projectile ou un stylet), puisque celui-ci est alors émetteur d'une impulsion. Mais avec cette technologie assez ancienne, pourtant avantageusement simple, il est difficile d'atteindre une bonne précision de localisation au-delà de certaines dimensions de la surface interactive parce que les ondes mécaniques progressives ont la particularité de s'atténuer très rapidement.

Par exemple, pour une surface interactive en polycarbonate, un impact de 1 joule engendre sur un transducteur situé à plus de 50 cm un signal déjà trop faible pour pouvoir être exploité. En conséquence, cette solution, par exemple choisie dans les brevets US 6,933,930 B2 et US 6,367,800 B1, s'applique à des surfaces interactives de petites dimensions par rapport à la force des impacts qu'elles sont supposées détecter et localiser.

Il peut ainsi être souhaité de concevoir un dispositif de localisation d'impact qui permette de s'affranchir d'au moins une partie des problèmes et contraintes précités.

Il est donc proposé un dispositif de localisation d'un impact contre une surface interactive apte à faire propager des ondes mécaniques progressives à partir de l'impact, comportant :

- un ensemble de  $M$  transducteurs disposés et répartis contre la surface interactive,  $M \geq 4$ , conçus pour capter les ondes mécaniques progressives se propageant dans la surface interactive et les transformer en signaux électriques, et
- une unité centrale électronique, reliée aux transducteurs pour recevoir leurs signaux électriques, programmée pour localiser l'impact dans la surface interactive par une analyse de différences de temps de propagation des ondes mécaniques progressives issues de l'impact vers les transducteurs sur la base d'instant de détection de l'impact identifiés dans les signaux électriques reçus,

dans lequel l'unité centrale électronique est programmée pour :

- sélectionner, parmi les  $M$  transducteurs, un sous-ensemble de  $N$  transducteurs,  $3 \leq N < M$ , dont les signaux électriques comportent chronologiquement les  $P$  premiers instants de détection d'impact identifiés, et
- localiser l'impact sur la base de ces  $N$  premiers instants de détection d'impact identifiés et des lieux de disposition dans la surface interactive des  $N$  transducteurs sélectionnés.

Ainsi, tout en localisant l'impact à l'aide d'un nombre réduit  $N$  de transducteurs qui peuvent être jugés nécessaires pour réaliser le traitement, on peut augmenter à volonté le nombre total  $M$  de transducteurs disposés contre la surface interactive en fonction de sa taille pour assurer une sensibilité élargie sans pour autant augmenter la complexité des calculs. L'astuce de la présente invention consiste à faire varier les

N transducteurs dont les signaux seront finalement exploités pour une localisation en fonction de la position de l'impact : ce sont concrètement les N transducteurs les plus proches de l'impact.

5 De façon optionnelle, les M transducteurs sont répartis de façon bidimensionnelle régulière en une matrice de transducteurs contre la surface interactive et l'unité centrale électronique est programmée pour sélectionner N = 4, 6 ou 9 transducteurs parmi ces M transducteurs.

10 De façon optionnelle également, les M transducteurs sont répartis de façon bidimensionnelle régulière en quinconce contre la surface interactive et l'unité centrale électronique est programmée pour sélectionner N = 3, 4 ou 7 transducteurs parmi ces M transducteurs.

De façon optionnelle également :

- 15 - les M transducteurs sont raccordés électriquement entre eux en plusieurs groupes disjoints eux-mêmes raccordés électriquement à l'unité centrale électronique,
- au moins trois transducteurs supplémentaires sont disposés et répartis contre la surface interactive, conçus pour capter les ondes mécaniques progressives se propageant dans la surface interactive et les transformer en signaux électriques transmis indépendamment à l'unité centrale électronique, et
- 20 - l'unité centrale électronique est programmée pour pré-localiser l'impact dans la surface interactive sur la base des signaux électriques reçus des transducteurs supplémentaires et pour sélectionner le sous-ensemble de N transducteurs sur la base de cette pré-localisation.

25 De façon optionnelle également :

- les M transducteurs sont raccordés électriquement entre eux en quatre groupes disjoints eux-mêmes raccordés électriquement à l'unité centrale électronique, de telle sorte que quatre transducteurs voisins quelconques d'une même cellule élémentaire de la matrice de transducteurs
- 30 appartiennent toujours respectivement aux quatre groupes disjoints, et
- quatre transducteurs supplémentaires sont disposés et répartis contre la surface interactive.

De façon optionnelle également :

- 35 - les M transducteurs sont raccordés électriquement entre eux en neuf groupes disjoints eux-mêmes raccordés électriquement à l'unité centrale

électronique, de telle sorte que neuf transducteurs voisins quelconques formant quatre cellules élémentaires adjacentes ayant un même transducteur commun central de la matrice de transducteurs appartiennent toujours respectivement aux neuf groupes disjoints, et

- 5 - quatre transducteurs supplémentaires sont disposés et répartis contre la surface interactive.

De façon optionnelle également :

- 10 - les M transducteurs sont raccordés électriquement entre eux en trois groupes disjoints eux-mêmes raccordés électriquement à l'unité centrale électronique, et
- trois transducteurs supplémentaires sont disposés et répartis contre la surface interactive.

De façon optionnelle également :

- 15 - les M transducteurs sont raccordés électriquement entre eux en six groupes disjoints eux-mêmes raccordés électriquement à l'unité centrale électronique, de telle sorte que trois transducteurs voisins quelconques d'une même cellule élémentaire triangulaire de la matrice de transducteurs appartiennent toujours respectivement à trois groupes disjoints, et
- 20 - trois transducteurs supplémentaires sont disposés et répartis contre la surface interactive.

Il est également proposé un procédé de localisation d'un impact contre une surface interactive apte à faire propager des ondes mécaniques progressives à partir de l'impact, comportant les étapes suivantes :

- 25 - capter, à l'aide d'un ensemble de M transducteurs disposés et répartis contre la surface interactive,  $M \geq 4$ , les ondes mécaniques progressives se propageant dans la surface interactive et les transformer en signaux électriques, et
- 30 - localiser l'impact dans la surface interactive, à l'aide d'une unité centrale électronique reliée aux transducteurs pour recevoir leurs signaux électriques, par une analyse de différences de temps de propagation des ondes mécaniques progressives issues de l'impact vers les transducteurs sur la base d'instant de détection de l'impact identifiés dans les signaux électriques reçus,

la localisation d'impact comportant les étapes suivantes :

- sélectionner, parmi les M transducteurs, un sous-ensemble de N transducteurs,  $3 \leq N < M$ , dont les signaux électriques comportent chronologiquement les N premiers instants de détection d'impact identifiés, et
- 5 - localiser l'impact sur la base de ces N premiers instants de détection d'impact identifiés et des lieux de disposition dans la surface interactive des N transducteurs sélectionnés.

Il est également proposé un programme d'ordinateur téléchargeable depuis un réseau de communication et/ou enregistré sur un support lisible par ordinateur et/ou  
10 exécutable par un processeur, comprenant des instructions pour l'exécution des étapes d'un procédé de localisation d'impact selon l'invention, lorsque ledit programme est exécuté sur un ordinateur.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés  
15 dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement la structure générale d'un dispositif de localisation d'impact selon une première variante d'un premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 2 illustre les étapes successives d'un procédé de localisation  
20 d'impact selon un mode de réalisation de l'invention,
- les figures 3 et 4 représentent schématiquement et partiellement deux autres variantes du premier mode de réalisation d'un dispositif de localisation d'impact selon l'invention, et
- les figures 5 à 7 représentent schématiquement et partiellement trois  
25 variantes d'un dispositif de localisation d'impact selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

L'installation représentée schématiquement sur la figure 1 selon un premier mode de réalisation de l'invention comporte une surface interactive rectangulaire 10, apte à faire propager des ondes mécaniques progressives à partir d'un impact P, et  
30 un dispositif de localisation de tout impact contre cette surface interactive 10. Cette dernière est par exemple un écran impactile en polycarbonate ou autre matériau adapté sur lequel est projeté, soit par l'avant, soit par l'arrière en utilisant une feuille de rétroprojection, une image ou une vidéo, par exemple à l'aide d'un projecteur.

Le dispositif de localisation comporte :

- un ensemble de  $M$  transducteurs, par exemple des capteurs piézoélectriques, disposés et répartis contre la surface interactive 10, avec  $M \geq 4$ , conçus pour capter les ondes mécaniques progressives se propageant dans la surface interactive 10 et les transformer en signaux électriques, et
- une unité centrale électronique 12, reliée aux  $M$  transducteurs pour recevoir leurs signaux électriques, programmée pour localiser l'impact  $P$  dans la surface interactive 10 par une analyse de différences de temps de propagation des ondes mécaniques progressives issues de l'impact  $P$  vers les  $M$  transducteurs sur la base d'instantanés de détection de l'impact  $P$  identifiés dans les signaux électriques reçus.

On notera que, de façon générale, la surface interactive 10 est quelconque, pas nécessairement rectangulaire. Le nombre de transducteurs est également quelconque, au minimum égal à quatre pour permettre une mise en œuvre de l'invention. Ils sont avantageusement disposés contre la face arrière de la surface interactive 10 de manière à ne pas gêner une image ou vidéo éventuellement projetée sur sa face avant.

Dans le mode de réalisation de la figure 1, les  $M$  transducteurs sont répartis de façon bidimensionnelle régulière en une matrice de transducteurs contre la surface interactive 10. Cette matrice comporte un nombre quelconque  $ML \geq 2$  de lignes, un nombre quelconque  $MC \geq 2$  de colonnes et est notée  $(T_{ij})$ , les  $M = ML \times MC$  transducteurs étant notés  $T_{ij}$  avec  $1 \leq i \leq ML$  et  $1 \leq j \leq MC$ . A titre d'exemple non limitatif,  $ML = MC = 6$  pour la matrice de la figure 1 qui comporte alors trente-six transducteurs  $T_{1,1}, \dots, T_{ij}, \dots, T_{6,6}$ .

L'unité centrale électronique 12 comporte plus précisément une interface 14 de réception des trente-six signaux électriques fournis indépendamment par chacun des trente-six transducteurs  $T_{1,1}, \dots, T_{ij}, \dots, T_{6,6}$ . Cette interface 14 peut comporter un amplificateur analogique.

L'unité centrale électronique 12 comporte en outre un module d'identification d'instantanés de détection de l'impact  $P$  dans les signaux électriques reçus. Le fonctionnement de ce module ne sera pas détaillé, sachant qu'une telle identification est bien connue de l'homme du métier, comme par exemple enseigné dans le document US 6,933,930 B2 ou US 6,367,800 B1. Elle peut être analogique et/ou numérique, donc au moins en partie programmée. En fonction des dimensions de la plaque interactive 10 et de la puissance de l'impact  $P$ , il se peut que les instantanés

de détection de l'impact P ne puissent pas être identifiés dans tous les signaux reçus, notamment dans ceux reçus des transducteurs les plus éloignés parce qu'ils sont alors trop faibles. Mais dans le cadre de la présente invention, ce problème apparent est astucieusement résolu à partir du moment où ces instants peuvent être identifiés  
5 dans au moins N transducteurs les plus proches, comme cela va maintenant être expliqué.

L'unité centrale électronique 12 comporte en effet un sélectionneur 18 conçu et/ou programmé pour sélectionner, parmi les M transducteurs, un sous-ensemble de N transducteurs, avec  $3 \leq N < M$ , dont les signaux électriques comportent  
10 chronologiquement les N premiers instants de détection d'impact identifiés. Compte tenu des propriétés de propagation exploitées, ces N signaux électriques sélectionnés proviennent des N transducteurs les plus proches de l'impact P. N est supérieur ou égal à 3 car c'est théoriquement le nombre nécessaire et suffisant de transducteurs pour pouvoir déterminer une localisation de l'impact P dans la surface  
15 interactive 10 selon l'enseignement de US 6,933,930 B2 ou US 6,367,800 B1. Dans une disposition matricielle des transducteurs comme illustré sur la figure 1, il est pertinent de choisir  $N = 4, 6$  ou  $9$ , selon que l'impact P est situé entre quatre transducteurs voisins formant une cellule élémentaire  $\{T_{i,j}, T_{i,j+1}, T_{i+1,j}, T_{i+1,j+1}\}$  de la matrice  $(T_{i,j})$  (c'est par exemple le cas de l'impact P illustré qui se situe entre les  
20 transducteurs  $T_{3,1}, T_{3,2}, T_{4,1}$  et  $T_{4,2}$ ), au voisinage d'une ligne ou colonne de la matrice entre deux transducteurs voisins  $\{T_{i,j}, T_{i,j+1}\}$  ou  $\{T_{i,j}, T_{i+1,j}\}$ , ou au voisinage d'un transducteur  $T_{i,j}$  de la matrice. On exploite alors la redondance des instants de détection d'impact identifiés pour optimiser l'estimation de la localisation de l'impact P par maximum de vraisemblance par exemple. Le sélectionneur 18 peut être  
25 analogique et/ou numérique, donc au moins en partie programmé.

L'unité centrale électronique 12 comporte enfin un calculateur 20 programmé pour calculer une estimation de la localisation de l'impact P à l'aide des instants de détection d'impact identifiés dans les N signaux sélectionnés et des lieux de disposition des N transducteurs correspondants dans la surface interactive 10. Le  
30 fonctionnement de ce calculateur 20 ne sera pas détaillé, sachant qu'une telle estimation est bien connue de l'homme du métier, comme par exemple enseigné dans le document US 6,933,930 B2 ou US 6,367,800 B1.

On notera que les différents éléments programmés précités dans le module d'identification 16, le sélectionneur 18 et le calculateur 20 peuvent n'en former qu'un,  
35 la distinction étant purement fonctionnelle. Ils peuvent se présenter sous la forme

d'un ou plusieurs microprocesseurs programmés pour réaliser un certain nombre de fonctions pouvant être mises en œuvre à l'aide de programmes d'ordinateurs, c'est-à-dire sous la forme d'un dispositif informatique. Mais ces fonctions pourraient aussi être au moins en partie micro programmées ou micro câblées dans des circuits  
5 intégrés dédiés. Ainsi, en variante, le dispositif informatique mettant en œuvre les éléments précités pourrait être remplacé par un dispositif électronique composé uniquement de circuits numériques (sans programme d'ordinateur) pour la réalisation des mêmes fonctions.

Un procédé de localisation d'impact mis en œuvre par l'unité centrale  
10 électronique 12 va maintenant être détaillé en référence à la figure 2.

À un instant initial, au cours d'une première étape 100, un impact P engendre des ondes mécaniques progressives destinées à se propager dans toutes les directions dans la surface interactive 10.

À partir de cet instant initial, au cours d'une étape 102, les trente-six  
15 transducteurs  $T_{1,1}, \dots, T_{i,j}, \dots, T_{6,6}$  captent ces ondes mécaniques progressives et les transforment en signaux électriques.

Parallèlement à cette étape 102, au cours d'étapes 104, 106, 108, l'unité centrale électronique 12 reçoit les signaux électroniques fournis par les transducteurs  $T_{1,1}, \dots, T_{i,j}, \dots, T_{6,6}$  et son module d'identification 16, son sélectionneur 18 ainsi que  
20 son calculateur 20 les traitent pour localiser l'impact P dans la surface interactive 10 par une analyse de différences de temps de propagation de ces ondes mécaniques progressives depuis l'impact P jusqu'aux  $N = 4, 6$  ou  $9$  transducteurs les plus proches de l'impact P.

Plus précisément, au cours de l'étape 104, le module d'identification 16  
25 identifie des instants de détection d'impact dans au moins une partie des signaux électriques reçus par l'unité centrale électronique 12. Certains des signaux peuvent être trop faibles pour qu'une telle identification puisse être réalisée, mais cela n'a aucune importance à partir du moment où au moins  $N$  instants de détection d'impact sont identifiés dans au moins  $N$  signaux électriques reçus.

30 Ensuite, au cours de l'étape 106, le sélectionneur 18 sélectionne les  $N = 4, 6$  ou  $9$  transducteurs les plus proches de l'impact P, c'est-à-dire ceux dont les signaux électriques comportent chronologiquement les  $N$  premiers instants de détection d'impact identifiés. En particulier, si les quatre premiers instants de détection d'impact identifiés sont clairement issus de quatre transducteurs voisins formant une cellule  
35 élémentaire  $\{T_{i,j}, T_{i,j+1}, T_{i+1,j}, T_{i+1,j+1}\}$  de la matrice de transducteurs, alors cela signifie

que l'impact P est situé entre ces quatre transducteurs et la sélection de ces  $N = 4$  transducteurs est suffisante pour réaliser une localisation optimale de l'impact P. Si les quatre premiers instants de détection d'impact identifiés semblent issus de six transducteurs voisins formant deux cellules élémentaires adjacentes de la matrice de transducteurs, à une marge de tolérance près, alors cela signifie que l'impact P est  
 5 situé au voisinage d'une ligne ou colonne de la matrice entre deux transducteurs voisins  $\{T_{ij}, T_{ij+1}\}$  ou  $\{T_{ij}, T_{i+1,j}\}$  et la sélection des  $N = 6$  transducteurs de ces deux cellules élémentaires adjacentes est suffisante pour réaliser une localisation optimale de l'impact P. Enfin, si les quatre premiers instants de détection d'impact identifiés  
 10 semblent issus de neuf transducteurs voisins  $\{T_{ij}, T_{ij+1}, T_{ij+2}, T_{i+1,j}, T_{i+1,j+1}, T_{i+1,j+2}, T_{i+2,j}, T_{i+2,j+1}, T_{i+2,j+2}\}$  formant quatre cellules élémentaires adjacentes de la matrice de transducteurs, à une marge de tolérance près, alors cela signifie que l'impact P est situé au voisinage du transducteur  $T_{i+1,j+1}$  situé au centre de ces quatre cellules élémentaires adjacentes et la sélection des  $N = 9$  transducteurs formant ces quatre  
 15 cellules élémentaires est suffisante pour réaliser une localisation optimale de l'impact P.

Ensuite, au cours de l'étape 108, le calculateur 20 détermine comme indiqué précédemment la localisation de l'impact P, par exemple en coordonnées cartésiennes dans la surface interactive 10, sur la base des N instants de détection  
 20 de l'impact P identifiés dans les N signaux électriques reçus et sélectionnés et des localisations respectives des N transducteurs correspondants. Ce calcul peut inclure l'optimisation d'un critère de vraisemblance, notamment lorsque plusieurs cellules élémentaires adjacentes sont sollicitées. Le procédé est ensuite prêt pour la détection d'un nouvel impact (retour à l'étape 100).

En variante, l'étape de calcul 108 pourrait être exécutée avant l'étape de sélection 106. Chaque cellule élémentaire  $\{T_{ij}, T_{ij+1}, T_{i+1,j}, T_{i+1,j+1}\}$  de quatre transducteurs voisins peut être indépendamment considérée par l'unité centrale électronique 12 au cours de l'étape 108 pour réaliser, à l'aide du calculateur 20, une  
 25 estimation de localisation d'impact à l'aide des instants de détection d'impact identifiés dans cette cellule élémentaire et des localisations de ses quatre transducteurs. Ensuite, la sélection 106 peut se faire sur la localisation, les deux localisations ou les quatre localisations basées respectivement sur les  $N = 4, 6$  ou 9 premiers instants de détection d'impact identifiés.  
 30

On notera que le calculateur 20 peut également être configuré pour mesurer  
 35 une énergie de l'impact P en plus de sa localisation.

Compte tenu de la forme impulsionnelle des signaux émis par les transducteurs en cas de détection d'impact et de la forte atténuation potentielle des ondes à l'origine de ces signaux dans la surface interactive 10 en fonction de la distance par rapport à l'impact P, la bonne distance entre deux transducteurs voisins en ligne ou colonne de la matrice de transducteurs est à déterminer pour que la largeur spatiale de l'impulsion soit nettement inférieure à cette distance, mais pour que l'atténuation ne soit pas non plus trop forte sur cette distance. Ce compromis à trouver est à la portée de l'homme du métier. Par exemple, pour une surface interactive en polycarbonate destinée à recevoir des projectiles de tir, flèches ou fléchettes pouvant atteindre plusieurs dizaines de joules, les transducteurs peuvent être avantageusement distancés de 50 cm +/- 10% en lignes et en colonnes. Il est ainsi possible d'augmenter à volonté la taille de surface interactive 10, jusqu'à présenter un mur d'image(s) en multipliant les transducteurs, sans pour autant augmenter la complexité de la localisation d'impacts.

Un inconvénient de la variante d'implémentation du mode de réalisation de la figure 1 est la complexité du câblage puisque, pour une matrice de trente-six transducteurs, trente-six raccordements indépendants à l'unité centrale électronique 12 sont nécessaires. Une simplification du câblage peut donc être proposée dans une deuxième variante d'implémentation illustrée sur la figure 3.

Selon cette deuxième variante, les trente-six transducteurs  $T_{1,1}, \dots, T_{i,j}, \dots, T_{6,6}$  sont raccordés électriquement entre eux en plusieurs groupes disjoints eux-mêmes raccordés électriquement à l'unité centrale électronique 12. Un premier groupe  $G_1$  de neuf transducteurs raccordés entre eux concerne les transducteurs identifiés par une référence  $T_{1+2i,1+2j}$  dans la matrice de transducteurs, où  $i$  et  $j$  sont des indices entiers positifs ou nuls. Un deuxième groupe  $G_2$  de neuf transducteurs raccordés entre eux concerne les transducteurs identifiés par une référence  $T_{1+2i,2+2j}$  dans la matrice de transducteurs. Un troisième groupe  $G_3$  de neuf transducteurs raccordés entre eux concerne les transducteurs identifiés par une référence  $T_{2+2i,1+2j}$  dans la matrice de transducteurs. Un quatrième groupe  $G_4$  de neuf transducteurs raccordés entre eux concerne les transducteurs identifiés par une référence  $T_{2+2i,2+2j}$  dans la matrice de transducteurs. Ainsi, tous les transducteurs de la matrice ( $T_{i,j}$ ) sont raccordés à l'un de ces quatre groupes de sorte que seulement quatre signaux électriques arrivent sur l'interface 14 de l'unité centrale électronique 12. On note que ces raccordements sont réalisés de sorte que quatre transducteurs voisins quelconques d'une même cellule

élémentaire  $\{T_{ij}, T_{i,j+1}, T_{i+1,j}, T_{i+1,j+1}\}$  de la matrice  $(T_{ij})$  de transducteurs appartiennent toujours respectivement aux quatre groupes disjoints  $G_1, G_2, G_3$  et  $G_4$ .

Il en résulte une ambiguïté dans les instants de détection d'impacts identifiés puisqu'il n'est alors pas possible de savoir exactement à quel transducteur  
5 correspond tel ou tel instant identifié dans l'un des quatre signaux reçus par l'unité centrale électronique 12. Pour lever cette ambiguïté, au moins trois transducteurs supplémentaires sont disposés et répartis contre la surface interactive 10, également conçus pour capter les ondes mécaniques progressives se propageant dans la surface interactive 10 et les transformer en signaux électriques transmis  
10 indépendamment à l'unité centrale électronique 12. Dans la variante d'implémentation de la figure 3, il y en a quatre,  $T_A, T_B, T_C$  et  $T_D$ , fournissant quatre signaux électriques différents  $S_A, S_B, S_C, S_D$  à l'unité centrale électronique 12. Ils sont avantageusement positionnés sur les diagonales de la surface interactive 10 et en des lieux minimisant la distance de la localisation possible d'impact la plus éloignée.  
15 Ils n'ont pas besoin de fournir une mesure très précise.

Ainsi, selon cette deuxième variante, le sélectionneur 18 est adapté de manière à utiliser les signaux  $S_A, S_B, S_C, S_D$  pour pré-localiser de manière au moins approximative l'impact  $P$  dans la surface interactive 10 au cours de l'étape de sélection 106 afin de sélectionner sur cette base un voisinage de  $N = 4, 6$  ou  $9$   
20 transducteurs considérés comme les plus proches de cette pré-localisation. Les  $N = 4, 6$  ou  $9$  instants de détection d'impacts identifiés dans les signaux fournis par les groupes  $G_1, G_2, G_3, G_4$  sont alors affectés aux transducteurs ainsi sélectionnés pour l'exécution du calcul de localisation réalisée par le calculateur 20 au cours de l'étape 108.

Un inconvénient de la variante d'implémentation de la figure 3 apparaît  
25 lorsque l'impact  $P$  est situé au voisinage d'une ligne ou colonne de la matrice  $(T_{ij})$  entre deux transducteurs voisins. Dans ce cas, il y a au moins deux autres transducteurs à peu près équidistants du point d'impact  $P$  qui sont pris en compte dans la sélection de l'étape 106 et qui font partie du même groupe  $G_1, G_2, G_3$  ou  $G_4$ .  
30 Leurs deux instants de détection d'impact sont alors confondus en un seul qui résulte d'une superposition de deux signaux électriques suffisamment proches pour que leurs impulsions s'additionnent. Cette addition de signaux non différentiables engendre une erreur dans l'identification de l'instant de détection d'impact et donc dans la localisation de l'étape 108. Cette erreur reste néanmoins faible et tout à fait  
35 acceptable dans un certain nombre d'applications pour lesquelles une grande

précision n'est pas recherchée. Dans le cas contraire, une adaptation du câblage peut être proposée dans une troisième variante d'implémentation illustrée sur la figure 4.

Selon cette troisième variante, les trente-six transducteurs  $T_{1,1}, \dots, T_{i,j}, \dots, T_{6,6}$  sont raccordés électriquement entre eux en plusieurs groupes disjoints eux-mêmes raccordés électriquement à l'unité centrale électronique 12. Un premier groupe  $G'_1$  de quatre transducteurs raccordés entre eux concerne les transducteurs identifiés par une référence  $T_{1+3i,1+3j}$  dans la matrice de transducteurs, où  $i$  et  $j$  sont des indices entiers positifs ou nuls. Un deuxième groupe  $G'_2$  de quatre transducteurs raccordés entre eux concerne les transducteurs identifiés par une référence  $T_{1+3i,2+3j}$  dans la matrice de transducteurs. Un troisième groupe  $G'_3$  de quatre transducteurs raccordés entre eux concerne les transducteurs identifiés par une référence  $T_{1+3i,3+3j}$  dans la matrice de transducteurs. Un quatrième groupe  $G'_4$  de quatre transducteurs raccordés entre eux concerne les transducteurs identifiés par une référence  $T_{2+3i,1+3j}$  dans la matrice de transducteurs. Un cinquième groupe  $G'_5$  de quatre transducteurs raccordés entre eux concerne les transducteurs identifiés par une référence  $T_{2+3i,2+3j}$  dans la matrice de transducteurs. Un sixième groupe  $G'_6$  de quatre transducteurs raccordés entre eux concerne les transducteurs identifiés par une référence  $T_{2+3i,3+3j}$  dans la matrice de transducteurs. Un septième groupe  $G'_7$  de quatre transducteurs raccordés entre eux concerne les transducteurs identifiés par une référence  $T_{3+3i,1+3j}$  dans la matrice de transducteurs. Un huitième groupe  $G'_8$  de quatre transducteurs raccordés entre eux concerne les transducteurs identifiés par une référence  $T_{3+3i,2+3j}$  dans la matrice de transducteurs. Un neuvième groupe  $G'_9$  de quatre transducteurs raccordés entre eux concerne les transducteurs identifiés par une référence  $T_{3+3i,3+3j}$  dans la matrice de transducteurs. Ainsi, tous les transducteurs de la matrice sont raccordés à l'un de ces neuf groupes de sorte que seulement neuf signaux électriques arrivent sur l'interface 14 de l'unité centrale électronique 12. On note que ces raccordements sont réalisés de sorte que neuf transducteurs voisins quelconques  $\{T_{i,j}, T_{i,j+1}, T_{i,j+2}, T_{i+1,j}, T_{i+1,j+1}, T_{i+1,j+2}, T_{i+2,j}, T_{i+2,j+1}, T_{i+2,j+2}\}$  formant quatre cellules élémentaires adjacentes ayant un même transducteur commun central  $T_{i+1,j+1}$  de la matrice  $(T_{i,j})$  de transducteurs appartiennent toujours respectivement aux neuf groupes disjoints.

Comme précédemment, pour lever l'ambiguïté dans les instants de détection d'impacts identifiés, quatre transducteurs supplémentaires  $T_A, T_B, T_C$  et  $T_D$  sont disposés et répartis contre la surface interactive 10, également conçus pour capter

les ondes mécaniques progressives se propageant dans la surface interactive 10 et les transformer en signaux électriques  $S_A$ ,  $S_B$ ,  $S_C$ ,  $S_D$  transmis indépendamment à l'unité centrale électronique 12. Ils sont avantageusement positionnés sur les diagonales de la surface interactive 10 et en des lieux minimisant la distance de la localisation possible d'impact la plus éloignée. Ils n'ont pas besoin comme précédemment de fournir une mesure très précise.

Comme précédemment également, le sélectionneur 18 est adapté de manière à utiliser les signaux  $S_A$ ,  $S_B$ ,  $S_C$ ,  $S_D$  pour pré-localiser au moins approximativement l'impact P dans la surface interactive 10 au cours de l'étape de sélection 106 afin de sélectionner sur cette base un voisinage de  $N = 4, 6$  ou  $9$  transducteurs considérés comme les plus proches de cette pré-localisation. Les  $N = 4, 6$  ou  $9$  instants de détection d'impacts identifiés dans les signaux fournis par les groupes  $G'_1, G'_2, G'_3, G'_4, G'_5, G'_6, G'_7, G'_8, G'_9$  sont alors affectés aux transducteurs ainsi sélectionnés pour l'exécution du calcul de localisation réalisée par le calculateur 20 au cours de l'étape 108.

On note que dans cette troisième variante de la figure 4, même lorsque l'impact P est situé au voisinage d'une ligne ou colonne de la matrice  $(T_{ij})$ , il ne peut pas y avoir deux transducteurs sélectionnés appartenant au même groupe. Cette amélioration par rapport à la variante précédente se fait donc au prix d'un plus grand nombre de signaux fournis à l'unité centrale électronique 12, sans que celui-ci n'atteigne pour autant celui de la première variante.

Selon une première variante d'un autre mode de réalisation possible illustré partiellement sur la figure 5 (seules trois lignes  $L_1, L_2$  et  $L_3$  étant partiellement représentées), les  $M$  transducteurs peuvent être répartis de façon bidimensionnelle régulière en quinconce contre la surface interactive 10. Dans ce cas, par adaptation directe du mode de réalisation précédent aux cellules élémentaires triangulaires de ce mode de réalisation, le sélectionneur 18 de l'unité centrale électronique 12 est avantageusement conçu et/ou programmé pour sélectionner un sous-ensemble de  $N = 3, 4$  ou  $7$  transducteurs parmi les  $M$  transducteurs. On notera toutefois que des sous-ensembles en losanges de  $N = 4, 6$  ou  $9$  transducteurs pourraient également être sélectionnés dans ce mode de réalisation, de même que des sous-ensembles en triangles de  $N = 3, 4$  ou  $7$  transducteurs pourraient être sélectionnés dans le premier mode de réalisation des figures 1, 3 et 4.

Un inconvénient de cette première variante d'implémentation du deuxième mode de réalisation est la complexité du câblage puisque, comme dans la variante de

la figure 1, chaque transducteur transmet indépendamment son signal électrique à l'unité centrale électronique 12. Une simplification du câblage peut donc être proposée dans une deuxième variante d'implémentation du deuxième mode de réalisation illustrée sur la figure 6.

5            Selon cette deuxième variante, les  $M$  transducteurs sont raccordés électriquement entre eux en plusieurs groupes disjoints eux-mêmes raccordés électriquement à l'unité centrale électronique 12. Par exemple tous les transducteurs des lignes  $L_1$  et  $L_3$  illustrées sur la figure 6 sont raccordés entre eux dans un premier groupe  $G_1$  alors que les transducteurs de la ligne  $L_2$ , en quinconce par rapport à  $L_1$  et  
10  $L_3$ , sont alternativement raccordés à un deuxième groupe  $G_2$  et à un troisième groupe  $G_3$ . Comme dans la deuxième variante de la figure 3, pour lever toute ambiguïté dans les instants de détection d'impacts identifiés, au moins trois transducteurs supplémentaires sont disposés et répartis contre la surface interactive 10, également  
15 conçus pour capter les ondes mécaniques progressives se propageant dans la surface interactive 10 et les transformer en signaux électriques transmis indépendamment à l'unité centrale électronique 12 en vue d'une pré-localisation pour l'étape de sélection 108. Dans la variante d'implémentation de la figure 6, il y en a trois,  $T_A$ ,  $T_B$  et  $T_C$ , fournissant trois signaux électriques différents  $S_A$ ,  $S_B$ ,  $S_C$  à l'unité centrale électronique 12.

20            Un inconvénient de cette deuxième variante d'implémentation du deuxième mode de réalisation est le même que dans la deuxième variante d'implémentation du premier mode de réalisation de la figure 3 lorsque l'impact  $P$  est proche d'une arête (i.e. un segment entre deux transducteurs voisins quelconques) de la disposition en quinconce. Si nécessaire, une adaptation du câblage peut être proposée dans une  
25 troisième variante d'implémentation du deuxième mode de réalisation illustrée sur la figure 7.

             Selon cette troisième variante, les  $M$  transducteurs sont raccordés électriquement entre eux en plusieurs groupes disjoints eux-mêmes raccordés électriquement à l'unité centrale électronique 12. Par exemple les transducteurs de la  
30 ligne  $L_1$  sont alternativement raccordés à un premier groupe  $G'_1$  et à un deuxième groupe  $G'_2$ , les transducteurs de la ligne  $L_2$  sont alternativement raccordés à un troisième groupe  $G'_3$  et à un quatrième groupe  $G'_4$ , les transducteurs de la ligne  $L_3$  sont alternativement raccordés à un cinquième groupe  $G'_5$  et à un sixième groupe  $G'_6$ . Comme dans la variante précédente, pour lever toute ambiguïté dans les instants  
35 de détection d'impacts identifiés, trois transducteurs supplémentaires  $T_A$ ,  $T_B$  et  $T_C$

sont disposés et répartis contre la surface interactive 10, également conçus pour capter les ondes mécaniques progressives se propageant dans la surface interactive 10 et les transformer en signaux électriques  $S_A$ ,  $S_B$ ,  $S_C$  transmis indépendamment à l'unité centrale électronique 12 en vue d'une pré-localisation pour l'étape de sélection

5 108.

On note que dans cette troisième variante de la figure 7, même lorsque l'impact P est proche d'une arête de la disposition en quinconce, il ne peut pas y avoir deux transducteurs sélectionnés appartenant au même groupe. En effet, les six groupes disjoints sont avantageusement choisis pour que trois transducteurs voisins

10 quelconques d'une même cellule élémentaire triangulaire de la matrice de transducteurs appartiennent toujours respectivement à trois groupes disjoints. Cette amélioration par rapport à la deuxième variante de la figure 6 se fait donc au prix d'un plus grand nombre de signaux fournis à l'unité centrale électronique 12, sans que celui-ci n'atteigne pour autant celui de la première variante de la figure 5.

Il apparaît clairement qu'un dispositif de localisation d'un impact tel que l'un de ceux décrits précédemment permet de localiser un impact à l'aide d'un nombre réduit N de transducteurs dans une surface interactive dont les dimensions peuvent être agrandies en disposant un nombre  $M > N$  de transducteurs, M pouvant être aussi grand que souhaité, sans pour autant augmenter la complexité des calculs de

15 20 localisation d'impact. Cela permet d'envisager des applications ludiques ou autres d'interaction avec de grandes surfaces impactiles, notamment des murs d'image(s) ou de vidéo, exploitant la technologie bon marché des localisations d'impacts par analyse de différences de temps de propagation d'ondes mécaniques progressives. Il en résulte des dispositifs à moindres coûts.

On notera par ailleurs que l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits précédemment. Il apparaîtra en effet à l'homme de l'art que diverses modifications peuvent être apportées aux modes de réalisation décrits ci-dessus, à la lumière de l'enseignement qui vient de lui être divulgué. Dans les revendications qui suivent, les termes utilisés ne doivent pas être interprétés comme

25 30 limitant les revendications aux modes de réalisation exposés dans la présente description, mais doivent être interprétés pour y inclure tous les équivalents que les revendications visent à couvrir du fait de leur formulation et dont la prévision est à la portée de l'homme de l'art en appliquant ses connaissances générales à la mise en œuvre de l'enseignement qui vient de lui être divulgué.

## REVENDEICATIONS

1. Dispositif de localisation d'un impact (P) contre une surface interactive (10) apte à faire propager des ondes mécaniques progressives à partir de l'impact (P), comportant :

- un ensemble de M transducteurs ( $T_{1,1}, \dots, T_{6,6}$ ) disposés et répartis contre la surface interactive (10),  $M \geq 4$ , conçus pour capter les ondes mécaniques progressives se propageant dans la surface interactive (10) et les transformer en signaux électriques, et
- une unité centrale électronique (12), reliée aux transducteurs ( $T_{1,1}, \dots, T_{6,6}$ ) pour recevoir leurs signaux électriques, programmée pour localiser l'impact (P) dans la surface interactive (10) par une analyse de différences de temps de propagation des ondes mécaniques progressives issues de l'impact (P) vers les transducteurs ( $T_{1,1}, \dots, T_{6,6}$ ) sur la base d'instant de détection de l'impact (P) identifiés dans les signaux électriques reçus,

caractérisé en ce que l'unité centrale électronique (12) est programmée (16, 18, 20) pour :

- sélectionner, parmi les M transducteurs ( $T_{1,1}, \dots, T_{6,6}$ ), un sous-ensemble de N transducteurs,  $3 \leq N < M$ , dont les signaux électriques comportent chronologiquement les N premiers instants de détection d'impact identifiés, et
- localiser l'impact (P) sur la base de ces N premiers instants de détection d'impact identifiés et des lieux de disposition dans la surface interactive des N transducteurs sélectionnés.

2. Dispositif de localisation d'un impact (P) selon la revendication 1, dans lequel les M transducteurs ( $T_{1,1}, \dots, T_{6,6}$ ) sont répartis de façon bidimensionnelle régulière en une matrice de transducteurs contre la surface interactive (10) et l'unité centrale électronique (12) est programmée pour sélectionner  $N = 4, 6$  ou 9 transducteurs parmi ces M transducteurs ( $T_{1,1}, \dots, T_{6,6}$ ).

3. Dispositif de localisation d'un impact (P) selon la revendication 1, dans lequel les M transducteurs ( $T_{1,1}, \dots, T_{6,6}$ ) sont répartis de façon bidimensionnelle régulière en quinconce contre la surface interactive (10) et l'unité centrale électronique (12) est programmée pour sélectionner  $N = 3, 4$  ou 7 transducteurs parmi ces M transducteurs ( $T_{1,1}, \dots, T_{6,6}$ ).

4. Dispositif de localisation d'un impact (P) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel :

- les M transducteurs ( $T_{1,1}, \dots, T_{6,6}$ ) sont raccordés électriquement entre eux en plusieurs groupes disjoints ( $G_1, G_2, G_3, G_4 ; G'_1, G'_2, G'_3, G'_4, G'_5, G'_6, G'_7, G'_8, G'_9 ; G_1, G_2, G_3 ; G'_1, G'_2, G'_3, G'_4, G'_5, G'_6$ ) eux-mêmes raccordés électriquement à l'unité centrale électronique (12),
- au moins trois transducteurs supplémentaires ( $T_A, T_B, T_C, T_D ; T_A, T_B, T_C$ ) sont disposés et répartis contre la surface interactive (10), conçus pour capter les ondes mécaniques progressives se propageant dans la surface interactive (10) et les transformer en signaux électriques ( $S_A, S_B, S_C, S_D ; S_A, S_B, S_C$ ) transmis indépendamment à l'unité centrale électronique (12), et
- l'unité centrale électronique (12) est programmée (18) pour pré-localiser l'impact dans la surface interactive (10) sur la base des signaux électriques ( $S_A, S_B, S_C, S_D ; S_A, S_B, S_C$ ) reçus des transducteurs supplémentaires ( $T_A, T_B, T_C, T_D ; T_A, T_B, T_C$ ) et pour sélectionner le sous-ensemble de N transducteurs sur la base de cette pré-localisation.

5. Dispositif de localisation d'un impact (P) selon les revendications 2 et 4, dans lequel :

- les M transducteurs ( $T_{1,1}, \dots, T_{6,6}$ ) sont raccordés électriquement entre eux en quatre groupes disjoints ( $G_1, G_2, G_3, G_4$ ) eux-mêmes raccordés électriquement à l'unité centrale électronique (12), de telle sorte que quatre transducteurs voisins quelconques d'une même cellule élémentaire de la matrice de transducteurs appartiennent toujours respectivement aux quatre groupes disjoints ( $G_1, G_2, G_3, G_4$ ), et
- quatre transducteurs supplémentaires ( $T_A, T_B, T_C, T_D$ ) sont disposés et répartis contre la surface interactive (10).

6. Dispositif de localisation d'un impact (P) selon les revendications 2 et 4, dans lequel :

- les M transducteurs ( $T_{1,1}, \dots, T_{6,6}$ ) sont raccordés électriquement entre eux en neuf groupes disjoints ( $G'_1, G'_2, G'_3, G'_4, G'_5, G'_6, G'_7, G'_8, G'_9$ ) eux-mêmes raccordés électriquement à l'unité centrale électronique (12), de telle sorte que neuf transducteurs voisins

- quelconques formant quatre cellules élémentaires adjacentes ayant un même transducteur commun central de la matrice de transducteurs appartiennent toujours respectivement aux neuf groupes disjoints ( $G'_1, G'_2, G'_3, G'_4, G'_5, G'_6, G'_7, G'_8, G'_9$ ), et
- 5 - quatre transducteurs supplémentaires ( $T_A, T_B, T_C, T_D$ ) sont disposés et répartis contre la surface interactive (10).
7. Dispositif de localisation d'un impact (P) selon les revendications 3 et 4, dans lequel :
- 10 - les M transducteurs ( $T_{1,1}, \dots, T_{6,6}$ ) sont raccordés électriquement entre eux en trois groupes disjoints ( $G_1, G_2, G_3$ ) eux-mêmes raccordés électriquement à l'unité centrale électronique (12), et
- trois transducteurs supplémentaires ( $T_A, T_B, T_C$ ) sont disposés et répartis contre la surface interactive (10).
8. Dispositif de localisation d'un impact (P) selon les revendications 3 et 4, dans lequel :
- 15 - les M transducteurs ( $T_{1,1}, \dots, T_{6,6}$ ) sont raccordés électriquement entre eux en six groupes disjoints ( $G'_1, G'_2, G'_3, G'_4, G'_5, G'_6$ ) eux-mêmes raccordés électriquement à l'unité centrale électronique (12), de telle sorte que trois transducteurs voisins quelconques d'une
- 20 même cellule élémentaire triangulaire de la matrice de transducteurs appartiennent toujours respectivement à trois groupes disjoints, et
- trois transducteurs supplémentaires ( $T_A, T_B, T_C$ ) sont disposés et répartis contre la surface interactive (10).
9. Procédé de localisation d'un impact (P) contre une surface interactive (10) apte à faire propager des ondes mécaniques progressives à partir de l'impact (P), comportant les étapes suivantes :
- 25 - Capter (102), à l'aide d'un ensemble de M transducteurs ( $T_{1,1}, \dots, T_{6,6}$ ) disposés et répartis contre la surface interactive (10),  $M \geq 4$ , les ondes mécaniques progressives se propageant dans la surface interactive (10) et les transformer en signaux électriques, et
- 30 - localiser (104, 106, 108) l'impact (P) dans la surface interactive, à l'aide d'une unité centrale électronique (12) reliée aux transducteurs ( $T_{1,1}, \dots, T_{6,6}$ ) pour recevoir leurs signaux électriques, par une analyse de différences de temps de propagation des ondes mécaniques
- 35 progressives issues de l'impact (P) vers les transducteurs ( $T_{1,1}, \dots,$

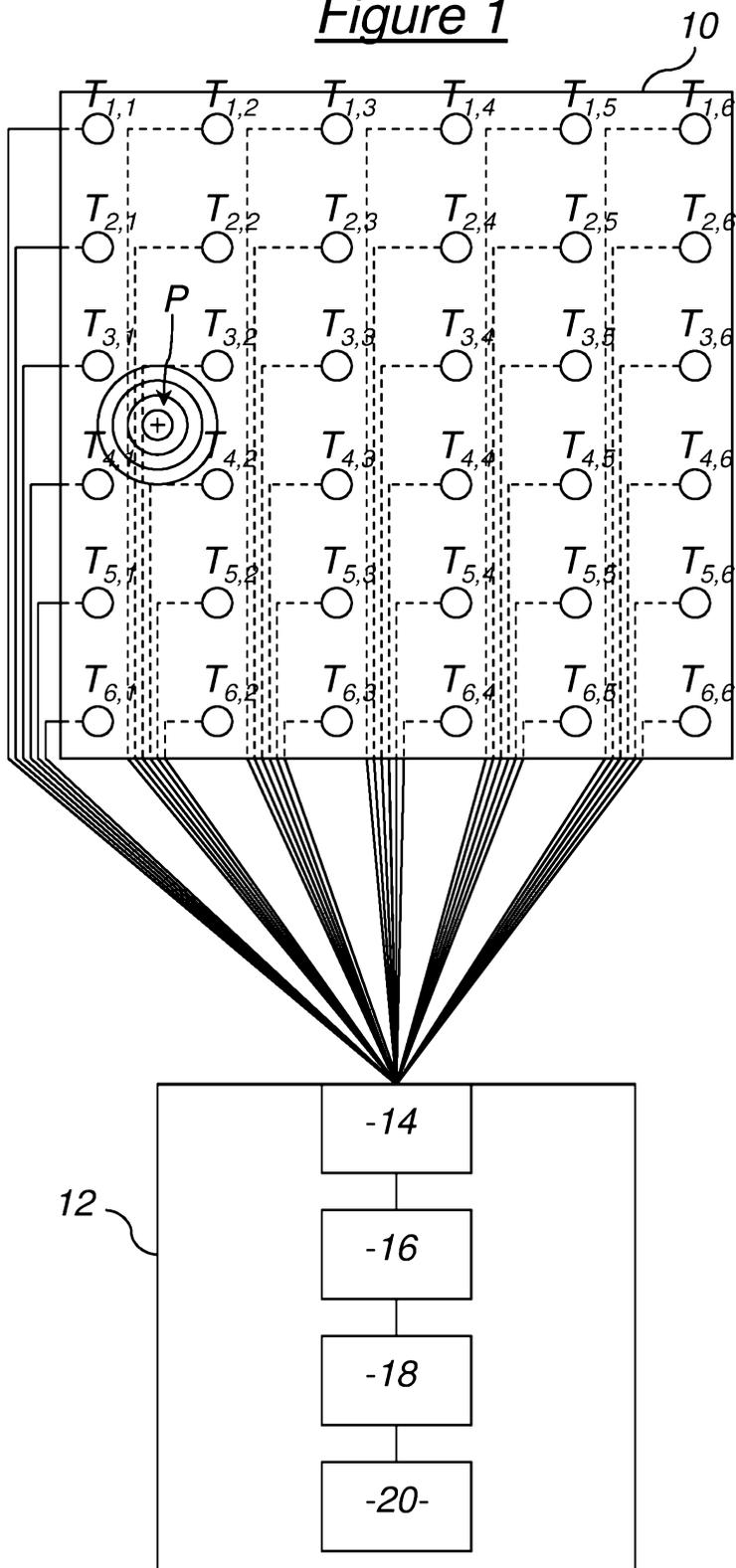
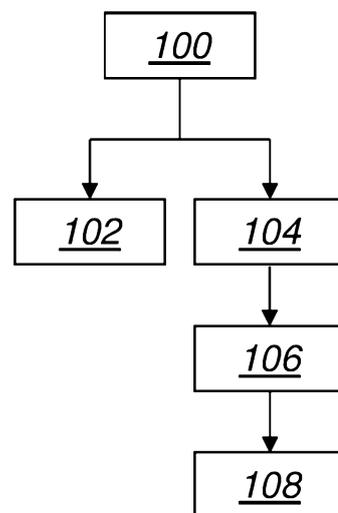
$T_{6,6}$ ) sur la base d'instants de détection de l'impact identifiés (104) dans les signaux électriques reçus, caractérisé en ce que la localisation d'impact (104, 106, 108) comporte les étapes suivantes :

- 5
- sélectionner (106), parmi les  $M$  transducteurs ( $T_{1,1}, \dots, T_{6,6}$ ), un sous-ensemble de  $N$  transducteurs,  $3 \leq N < M$ , dont les signaux électriques comportent chronologiquement les  $N$  premiers instants de détection d'impact identifiés (104), et
  - localiser (108) l'impact (P) sur la base de ces  $N$  premiers instants de
- 10 détection d'impact identifiés (104) et des lieux de disposition dans la surface interactive (10) des  $N$  transducteurs sélectionnés (106).

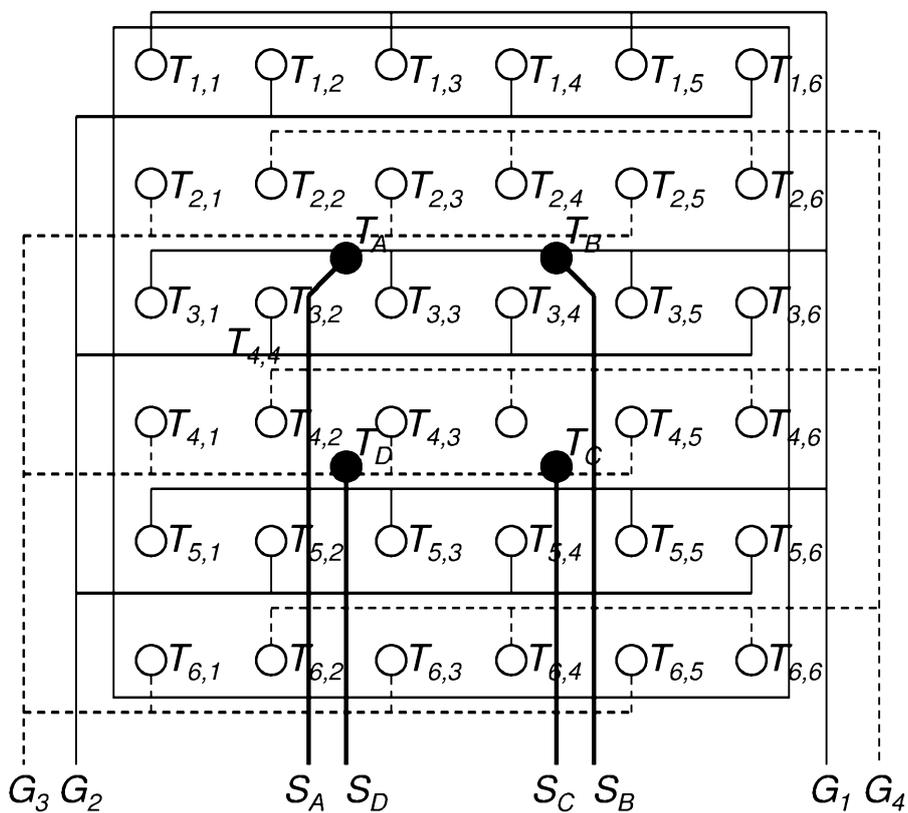
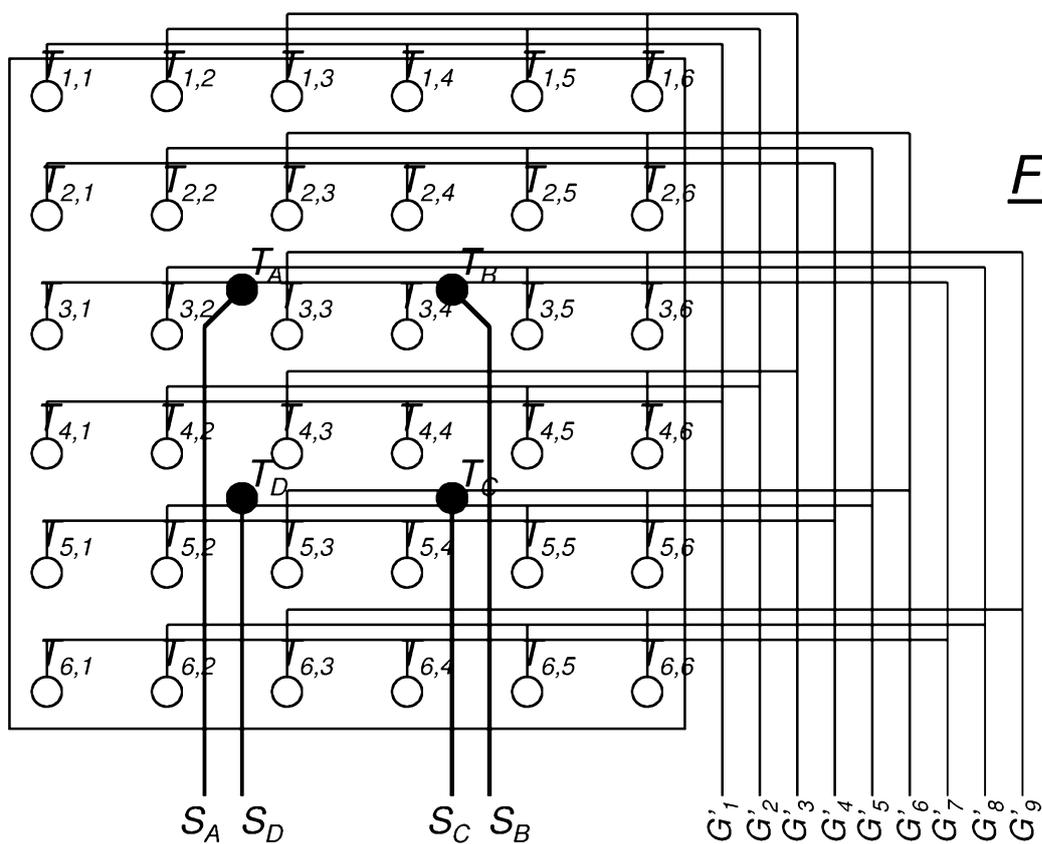
10. Programme d'ordinateur téléchargeable depuis un réseau de communication et/ou enregistré sur un support lisible par ordinateur et/ou exécutable par un processeur, caractérisé en ce qu'il comprend des instructions pour l'exécution

15 des étapes d'un procédé de localisation d'impact (P) selon la revendication 9, lorsque ledit programme est exécuté sur un ordinateur.

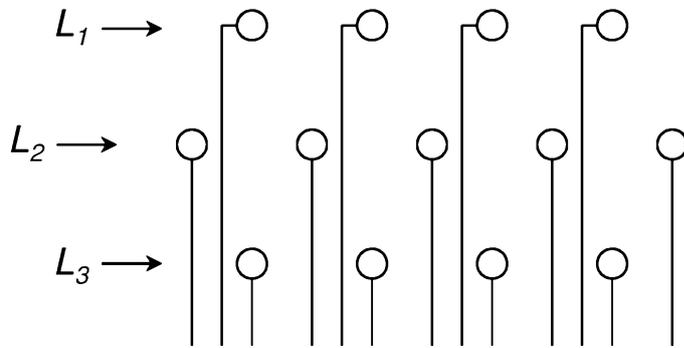
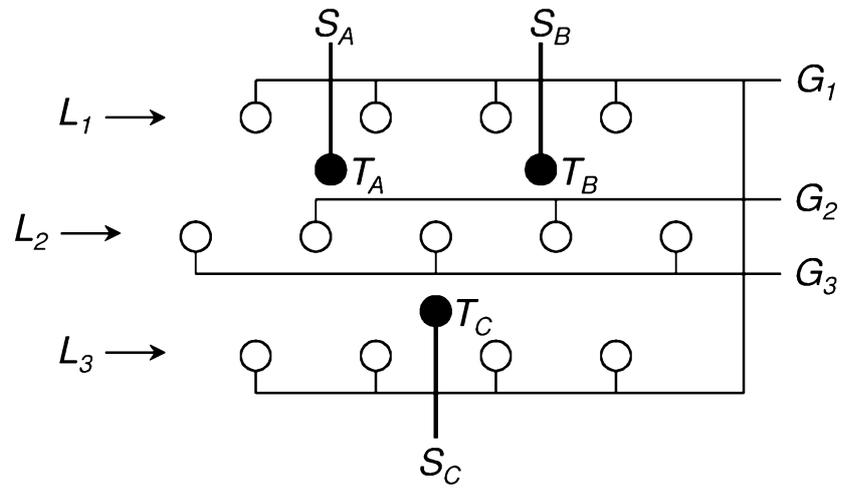
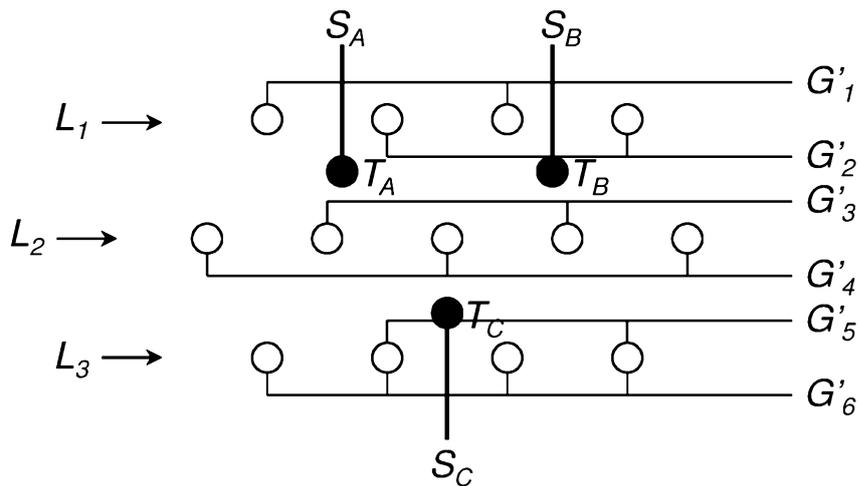
1/3

Figure 1Figure 2

2/3

Figure 3Figure 4

3/3

Figure 5Figure 6Figure 7

# RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

## OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

---

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

## CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

- Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- Le demandeur a maintenu les revendications.
- Le demandeur a modifié les revendications.
- Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

## DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

---

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN  
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

EP 1 058 083 A1 (WALTI HANS RUDOLF [CH])  
6 décembre 2000 (2000-12-06)

FR 2 751 107 A1 (HUANG CHUN MU [TW])  
16 janvier 1998 (1998-01-16)

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN  
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

NEANT

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND  
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT