

NORME ISO
INTERNATIONALE 9241-940

Première édition
2017-11

**Ergonomie de l'interaction homme-
système —**

**Partie 940:
Évaluation des interactions tactiles et
haptiques**

iTeh STANDARD PREVIEW
Ergonomics of human-system interaction —
Part 940: Evaluation of tactile and haptic interactions
(standards.iteh.ai)

[ISO 9241-940:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35bd69a2-064b-4cf8-9968-1d508311ce21/iso-9241-940-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35bd69a2-064b-4cf8-9968-1d508311ce21/iso-9241-940-2017>



Numéro de référence
ISO 9241-940:2017(F)

© ISO 2017

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 9241-940:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35bd69a2-064b-4cf8-9968-1d508311ce21/iso-9241-940-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35bd69a2-064b-4cf8-9968-1d508311ce21/iso-9241-940-2017>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2017

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en oeuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Geneva
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	v
Introduction.....	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Termes et définitions	2
4 Conformité	4
5 Comment utiliser l'ISO 9241-940?	4
5.1 Structure.....	4
5.2 Utilisations du présent document.....	5
5.3 Évaluation dans le cycle de vie de conception et développement.....	6
5.4 Activités de planification.....	6
5.5 Évaluation initiale.....	7
5.6 Aspects uniques d'une interaction haptique.....	8
6 Types de méthodes d'évaluation	8
6.1 Généralités.....	8
6.2 Mesure physiques selon les exigences.....	8
6.3 Contrôle par un expert.....	8
6.4 Essai de l'utilisabilité.....	9
6.4.1 Généralités.....	9
6.4.2 Contexte de mesure.....	9
6.4.3 Données d'évaluation.....	9
7 Qualité de l'interaction haptique	10
7.1 Modèle de qualité.....	10
7.2 Attributs du système haptique.....	11
7.2.1 Attributs de qualité.....	11
7.2.2 Attributs du dispositif haptique (voir l'Annexe A).....	12
7.2.3 Attributs de l'interface utilisateur haptique.....	12
7.3 Attributs d'utilisabilité.....	13
7.3.1 Contexte d'utilisation (voir l'Annexe D).....	13
7.3.2 Qualités d'utilisations spécifiques (voir l'Annexe E).....	14
7.3.3 Qualité centrée sur l'opérateur humain (voir l'Annexe F).....	14
7.4 Matrice d'évaluation.....	15
7.4.1 Types d'attributs.....	15
7.4.2 Mesures de qualité haptique.....	15
8 Guide pour les annexes	18
Annexe A (informative) Attributs du dispositif haptique	20
Annexe B (informative) Principes de conception des effets haptiques	29
Annexe C (informative) Tâches élémentaires des effets haptiques	35
Annexe D (informative) Contexte d'utilisation	41
Annexe E (informative) Qualités d'utilisations spécifiques	43
Annexe F (informative) Qualité centrée sur l'opérateur humain	50
Annexe G (informative) Attributs des gestes	59
Annexe H (informative) Exemples d'évaluation des attributs des dispositifs	69
Annexe I (informative) Aspects uniques d'une interaction haptique	83
Annexe J (normative) Évaluation par révision structurée de l'utilisabilité ou par essai de tâche d'utilisabilité	86

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 9241-940:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35bd69a2-064b-4cf8-9968-1d508311ce21/iso-9241-940-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35bd69a2-064b-4cf8-9968-1d508311ce21/iso-9241-940-2017>

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 159, *Ergonomie*, sous-comité SC 4, *Ergonomie de l'interaction homme/système*.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 9241 se trouve sur le site Web de l'ISO.

Introduction

Les interactions haptiques et tactiles deviennent de plus en plus importantes en tant que modalités d'interaction dans les environnements informatiques spécifiques et les technologies d'assistance. Le présent document explique comment évaluer les attributs du dispositif haptique et de l'interface utilisateur, et les résultats de l'interaction avec un dispositif haptique, parallèlement à une évaluation de la qualité centrée sur l'opérateur humain et d'autres qualités d'utilisations plus spécifiques.

Le présent document peut être utilisé pour identifier les dispositions à utiliser lors de l'établissement des exigences relatives à l'interaction haptique, et pour évaluer les interactions haptiques afin d'identifier des problèmes, d'établir des références ou d'évaluer si un système haptique satisfait aux exigences.

Une interaction haptique implique une activité sensorielle ou motrice dans la peau, les muscles, les articulations et les tendons; une interaction tactile se rapporte de façon spécifique au toucher (activité sensorielle dans la peau).

Dans une interaction haptique, un utilisateur emploie en général un dispositif pour manipuler des objets dans le monde virtuel de l'informatique et également pour ressentir le résultat de la manipulation à travers des capteurs dans la peau et les articulations. Il s'agit du sens bidirectionnel de l'haptique. L'haptique est importante dans la conception des touches de claviers et de souris classiques, mais le thème abordé ici est l'interaction avec la machine par des moyens autre qu'un clavier, une souris et des manettes passives.

Les interactions haptiques peuvent également se produire dans un sens unidirectionnel passif, par communication d'informations à la peau, sans mouvement actif ni exploration de la part de l'utilisateur. Un téléphone mobile en mode vibreur est un exemple de ce type de dispositif tactile unidirectionnel. Les interactions haptiques se produisent également dans un sens unidirectionnel actif, lorsque l'utilisateur exécute des gestes qui transmettent des commandes ou des données à un dispositif.

Les interactions tactiles et kinesthésiques font l'objet d'études et de développements dans des laboratoires universitaires et industriels dans de nombreux pays et il existe une grande variété de produits incorporant des interactions tactiles et kinesthésiques. Il est nécessaire que le développeur et l'acquéreur éventuel de telles interactions et de leurs dispositifs et logiciels associés disposent d'un moyen leur permettant de faire des comparaisons entre des offres concurrentes.

D'autres Normes internationales font l'objet de références croisées afin de comprendre et de souligner les différences spécifiques lors de l'évaluation d'interactions haptiques. La nature de ces interactions, qu'elles soient bidirectionnelles, unidirectionnelles du dispositif vers la peau ou vers le corps de l'utilisateur, ou unidirectionnelles telles que des mouvements du corps de l'utilisateur vers le dispositif, en fait un groupe d'interactions à part qui nécessite une attention particulière en ce qui concerne les formes d'évaluation appropriées.

L'ISO 9241-910 fournit un ensemble commun de termes, de définitions et de descriptions des différents concepts impliqués dans la conception et l'utilisation d'interactions haptiques. Elle donne un aperçu de la gamme des applications, objets, attributs et interactions haptiques.

L'ISO 9241-920 fournit des lignes directrices relatives à la conception d'interactions haptiques.

L'ISO 9241-960 fournit des lignes directrices relatives à la définition des gestes dans les interactions homme-machine. Elle explique la manière dont leurs caractéristiques doivent être décrites ainsi que les facteurs à prendre en compte lors de la définition des gestes.

Le présent document fournit des processus d'évaluation spécifiques aux interactions haptiques et aux dispositifs permettant de les mettre en œuvre. Il indique la manière dont les exigences spécifiées dans l'ISO 9241-910, l'ISO 9241-920 et d'autres Normes internationales peuvent être appliquées à des systèmes haptiques réels et à des interactions spécifiques. Parallèlement, il indique comment l'utilisabilité d'un système haptique peut être évaluée, en tenant compte d'attributs de qualité tels que l'efficacité, l'efficience, la satisfaction de l'utilisateur et l'absence de préjudice lié à l'utilisation.

Ergonomie de l'interaction homme-système —

Partie 940:

Évaluation des interactions tactiles et haptiques

1 Domaine d'application

Le présent document

- décrit les types de méthodes pouvant être utilisés pour l'évaluation de dispositifs haptiques et de systèmes comprenant des dispositifs haptiques;
- spécifie une procédure pour l'évaluation des interactions haptiques par une révision structurée de l'utilisabilité ou par un essai de l'utilisabilité (voir l'[Annexe J](#)); et
- fournit des lignes directrices concernant les types de méthodes qui sont appropriés pour l'évaluation d'attributs spécifiques des systèmes haptiques, ayant fait l'objet de références croisées par rapport aux lignes directrices des articles correspondants d'autres Normes internationales (voir les [Annexes A, B, C, D, E, F et G](#)).

Il s'applique aux types d'interaction suivants:

- réalité augmentée — informations superposées à une scène réelle, par exemple ceinture vibrante indiquant la distance;
- commande gestuelle d'un dispositif ou d'un scénario virtuel;
- interaction unidirectionnelle telle qu'un téléphone vibrant ou une ceinture vibrante;
- environnement virtuel – espace virtuel avec lequel un utilisateur peut interagir à l'aide d'un dispositif haptique.

Le présent document s'applique aux types suivants de dispositifs:

- capteur de gestes, par exemple vidéo discernant les mouvements de la main en 3D, écrans tactiles captant les touches en 2D;
- dispositif haptique kinesthésique, par exemple interface haptique de bureau;
- écran tactile, par exemple téléphone vibrant.

Le présent document ne s'applique pas aux dispositifs d'entrée standard tels que claviers, souris ou boules de commande.

NOTE L'ISO 9241-400 traite des dispositifs d'entrée standard, et l'ISO 9241-411 s'applique à l'évaluation des dispositifs d'entrée tels que les claviers et les souris.

Le présent document peut être utilisé pour identifier les types de méthodes et de mesures pour

- établir des références,
- établir les exigences relatives à une interaction haptique,
- identifier les problèmes associés à une interaction haptique (évaluation formative), et
- utiliser des critères pour déterminer si un système haptique satisfait aux exigences (évaluation sommative).

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

3.1 accessibilité

degré selon lequel des produits, des systèmes, des services, des environnements et des installations peuvent être utilisés par des personnes appartenant à une population ayant le plus large éventail possible de besoins, de caractéristiques et de capacités des utilisateurs pour atteindre des buts définis dans des contextes d'utilisation identifiés

Note 1 à l'article: Le contexte d'utilisation comprend l'utilisation directe ou l'utilisation assistée par des technologies d'assistance.

[SOURCE: ISO 9241-112:2017, 3.15]

3.2 évaluation formative

évaluation conçue et utilisée pour améliorer l'objet d'évaluation, notamment lorsqu'il est encore en cours de développement

[SOURCE: ISO/TS 18152:2010, 4.6]

3.3 haptique

activité sensorielle et/ou motrice basée dans la peau, les muscles, les articulations et les tendons

Note 1 à l'article: L'haptique comprend deux parties: le toucher et la kinesthésie.

[SOURCE: ISO 9241-910:2011, 2.1]

3.4 haptique

se rapportant à l'haptique

Note 1 à l'article: Dans le présent document, le terme «haptique» englobe toutes les sensations de toucher; le terme «tactile» est utilisé de manière plus spécifique pour se référer à la stimulation de la peau sans stimulus kinesthésique.

[SOURCE: ISO 9241-910:2011, 2.2, modifiée]

3.5 interaction haptique

activité sensorielle ou motrice basée dans la peau, les muscles, les articulations et/ou les tendons dans le cadre de l'interaction homme-système

3.6 interface utilisateur haptique IUH

un ou plusieurs effets haptiques conçus dans le logiciel pour permettre à un utilisateur d'exécuter une interaction haptique

3.7**exigence**

condition ou capacité devant être remplie ou possédée par un système, un composant d'un système, un produit ou un service pour satisfaire à un contrat, une norme, une spécification ou d'autres documents officiellement imposés

Note 1 à l'article: Les exigences comprennent les besoins, souhaits et attentes quantifiés et documentés du commanditaire, du client et d'autres parties prenantes.

[SOURCE: ISO/IEC/IEEE 24765:2010, 3.2506, modifiée]

3.8**évaluation sommative**

évaluation conçue pour présenter des conclusions sur le mérite ou la valeur de l'objet d'évaluation

Note 1 à l'article: Les résultats peuvent être utilisés pour formuler des recommandations sur son maintien, sa modification ou son élimination.

Note 2 à l'article: Il est possible de concevoir une méthode permettant de réaliser une évaluation formative et sommative combinée.

Note 3 à l'article: Une méthode d'essai sommative est utilisée pour effectuer une évaluation sommative.

[SOURCE: ISO/TS 20282-2:2013, 4.17]

3.9**utilisabilité**

degré selon lequel un système, un produit ou un service peut être utilisé, par des utilisateurs spécifiés, pour atteindre des objectifs définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié

[SOURCE: ISO 9241-210:2010, 2.13]

[ISO 9241-940:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35bd69a2-064b-4cf8-9968-1d508311ce21/iso-9241-940-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35bd69a2-064b-4cf8-9968-1d508311ce21/iso-9241-940-2017>

3.10**exigence d'utilisabilité**

niveau requis d'utilisabilité exprimé en termes de mesures de l'efficacité, de l'efficience et de la satisfaction dans un contexte d'utilisation spécifié

[SOURCE: ISO/TS 20282-2:2013, 4.20]

3.11**utilisateur**

personne qui interagit avec un système, un produit ou un service

Note 1 à l'article: La personne qui utilise un service fourni par un système de travail, tel qu'un client dans une boutique ou un passager à bord d'un train, peut être considérée comme un utilisateur.

[SOURCE: ISO/TS 20282-2:2013, 4.22]

3.12**expérience de l'utilisateur**

perceptions et réactions d'une personne qui résultent de l'utilisation effective et/ou anticipée d'un système, produit ou service

Note 1 à l'article: L'expérience de l'utilisateur inclut toutes les émotions, convictions, préférences, perceptions, confort, comportements et réalisations de ce dernier, qui interviennent avant, pendant et après l'utilisation.

Note 2 à l'article: L'expérience de l'utilisateur est une conséquence de l'image de marque, la présentation, la fonctionnalité, les performances, le comportement interactif et les capacités d'assistance d'un système, produit ou service. Elle résulte également de l'état intérieur et physique de l'utilisateur résultant d'expériences passées, de ses attitudes, de ses compétences et de sa personnalité ainsi que du contexte d'utilisation.

Note 3 à l'article: L'utilisabilité, lorsqu'elle est interprétée du point de vue des objectifs personnels des utilisateurs, peut comporter le type d'aspects perceptifs et émotionnels généralement associés à l'expérience de l'utilisateur. Des critères d'utilisabilité peuvent être établis pour évaluer les aspects de l'expérience de l'utilisateur.

[SOURCE: ISO 9241-210:2010, 2.15, modifiée — Reformulée pour plus de clarté.]

3.13

groupe d'utilisateurs

<utilisabilité> groupe d'utilisateurs différencié par les caractéristiques des utilisateurs, les tâches ou les environnements qui sont supposés influencer sur l'utilisabilité

[SOURCE: ISO/TS 20282-2:2013, 4.24, modifiée — Note supprimée.]

3.14

charge de travail

sollicitations physiques et cognitives du ou des utilisateurs du système et/ou du personnel

[SOURCE: ISO 11064-7:2006, 3.9]

4 Conformité

L'évaluation d'un système haptique est conforme au présent document si le rapport d'évaluation explique

- a) quels attributs de qualité du [Tableau 2](#) ont été évalués et pourquoi ils ont été choisis,
- b) la raison pour laquelle une recommandation quelconque relative à l'attribut de qualité sélectionné n'a pas été évaluée,
- c) si les recommandations en matière d'haptique données dans les articles de l'annexe correspondante ont été mises en œuvre, et
- d) quel type de méthode(s) a été utilisé.

STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 9241-940:2017
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35bd69a2-064b-4cf8-9968-1d508311ce21/iso-9241-940-2017>

Si un essai de tâche d'utilisabilité ou une révision structurée de l'utilisabilité a été utilisé(e), il (elle) doit être conforme à l'[Annexe J](#).

Les recommandations et les exigences de l'ISO 9241-910, l'ISO 9241-920 et l'ISO 9241-960 qui sont récapitulées dans les [Annexes A](#) à [G](#) doivent être prises en compte en vue de leur intégration éventuelle dans l'évaluation.

NOTE Les termes «recommandations» et «exigences» se rapportent aux préconisations et aux stipulations fournies dans les normes de référence et appliquées au système soumis à évaluation. La conformité au présent document est stipulée par le présent article et les lignes directrices contenues dans le corps du présent document.

5 Comment utiliser l'ISO 9241-940?

5.1 Structure

Le présent article décrit les raisons potentielles d'une évaluation de l'haptique et leur relation avec le cycle de vie de développement du système.

Le [Tableau 2](#) peut être utilisé conjointement avec le texte explicatif des [Article 5](#), [6](#) et [7](#) pour décider des qualités haptiques qui doivent être évaluées et du type de méthode qui sera utilisé.

Se reporter aux articles indiqués des annexes pour de plus amples informations sur l'évaluation d'attributs spécifiques d'une interaction haptique et à l'[Annexe J](#) pour la manière de réaliser un essai de tâche d'utilisabilité ou une révision structurée de l'utilisabilité.

Le [Tableau 1](#) récapitule le contenu du présent document.

Tableau 1 — Contenu de l'ISO 9241-940

	Article/Annexe	Contenu
5	Comment utiliser l'ISO 9241-940?	Récapitule les cas où une évaluation peut être utilisée, la planification de l'évaluation et les aspects uniques d'une évaluation de l'haptique
6	Types de méthodes d'évaluation	Récapitule les différents types de méthodes pouvant être utilisés pour évaluer l'haptique
7	Qualité de l'interaction haptique	Récapitule les caractéristiques de qualité d'une interaction haptique qui peuvent être évaluées
	Annexes A à G	Fournissent des lignes directrices concernant l'évaluation d'aspects détaillés de chaque attribut de qualité; l' Article 7 donne un aperçu des Annexes A à G .
	Annexe H	Fournit des exemples d'évaluation des attributs des dispositifs
	Annexe I	Décrit les aspects uniques d'une interaction haptique à ne pas oublier lors de la planification et de la réalisation d'une évaluation
	Annexe J	Spécifie la méthode à utiliser pour une évaluation par révision structurée de l'utilisabilité ou par essai de tâches d'utilisabilité

5.2 Utilisations du présent document

Le présent document fournit des lignes directrices concernant les méthodes appropriées pour établir des critères et les moyens d'évaluation associés par rapport auxquels les exigences sont jugées.

Les types de méthodes et de mesures recommandés dans le présent document peuvent être utilisés pour

- identifier des problèmes (évaluation formative);
- établir des références, et
- établir l'aptitude à l'emploi du système haptique pour l'application prévue (évaluation sommative).

Ces utilisations s'appliquent aux circonstances suivantes:

- a) conception et développement des dispositifs haptiques pour soutenir l'évaluation:
 - des conceptions générales et des prototypes afin d'affiner les exigences relatives au système;
 - des prototypes afin de vérifier que les lignes directrices de conception ont été suivies;
 - des prototypes et des systèmes de travail pour vérifier que les exigences des utilisateurs et des parties prenantes ont été satisfaites;
 - des prototypes et des systèmes de travail afin d'améliorer la conception en identifiant les problèmes;
 - des systèmes de travail pour établir un niveau de référence pour une comparaison ultérieure;
 - des systèmes utilisés afin de s'assurer qu'ils continuent de répondre aux besoins des parties prenantes et des utilisateurs.
- b) Acquisition de dispositifs haptiques:
 - pour vérifier que les dispositifs candidats satisfont aux exigences;
 - pour comparer des dispositifs haptiques et des systèmes en vue de leur utilisation éventuelle dans des contextes d'utilisation spécifiés.

5.3 Évaluation dans le cycle de vie de conception et développement

Il convient que l'évaluation des dispositifs haptiques tienne compte du contexte d'utilisation prévu ou réel des dispositifs, des types d'utilisateurs (par exemple, utilisateurs occasionnels ou réguliers), des types de tâches pour lesquelles ils seront utilisés et de l'environnement dans lequel ils seront utilisés (par exemple, vibrations ou températures extrêmes).

La [Figure 1](#) illustre un cycle de vie de conception et développement type, en partant de l'étape de faisabilité jusqu'à l'étape de réalisation du projet, et en passant par l'étape exigences jusqu'à l'étape de conception détaillée. L'évaluation fait partie intégrante de chaque phase – un concept de faisabilité est évalué, conduisant à des exigences et à une conception pour satisfaire lesdites exigences. Un prototype peut être évalué lors de l'étape de conception détaillée, alors que le produit fini peut être évalué par rapport à des exigences de conception, mais aussi lors de son utilisation réelle.

NOTE Les éléments d'entrée du processus sont l'activité commerciale et les besoins des utilisateurs à l'origine du projet, ainsi que le contexte d'utilisation prévu, qui renseignent la conception générale initiale au cours de la phase de faisabilité.

Les conceptions générales initiales peuvent être évaluées par un expert afin d'identifier des problèmes potentiels, de déterminer si le dispositif est cohérent avec l'activité commerciale et les besoins des utilisateurs identifiés et, si nécessaire, pour affiner les exigences.

Il est possible d'évaluer les prototypes en les soumettant à des essais avec des utilisateurs et en observant leur comportement afin d'identifier d'éventuels problèmes ou de nouveaux besoins pouvant nécessiter une modification des exigences. Il convient d'évaluer les prototypes dans un contexte aussi réaliste que possible.

Le système final peut être évalué en vue de déterminer sa conformité aux exigences. Pour plus d'informations sur la conception centrée sur l'opérateur humain, consulter l'ISO 9241-210. L'ISO/IEC 25063 explique le contexte d'utilisation, alors que l'ISO/IEC 25064 explique la manière dont les besoins des utilisateurs peuvent être identifiés. L'ingénierie des exigences est décrite dans l'ISO/IEC/IEEE 29148. [L'Article 7](#) décrit les attributs des dispositifs haptiques et des systèmes haptiques pour lesquels des exigences peuvent être spécifiées et qui peuvent être évalués.

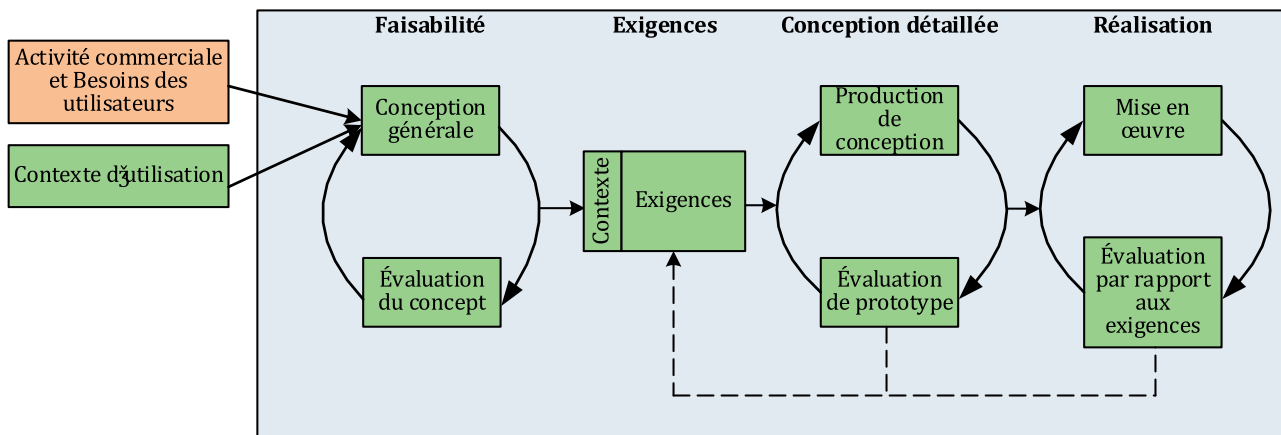


Figure 1 — Évaluation dans le cycle de vie de conception et développement

5.4 Activités de planification

Le présent document fournit des lignes directrices à l'appui des activités suivantes:

- a) établir la finalité de l'évaluation (voir [J.1](#) et [J.3.1](#), avec des exemples en [J.9.2](#) à [J.9.5](#));
- b) décider de ce qui doit être évalué;

- c) identifier le contexte dans lequel le système haptique sera utilisé: les types d'utilisateurs, de tâches et d'environnements d'utilisation (voir [7.3.1](#));
- d) réaliser une évaluation initiale (voir [5.5](#));
- e) décider des qualités haptiques qui doivent être évaluées (voir [Clause 7](#));
- f) décider du type de méthode(s) d'évaluation. Les types de méthodes les plus courants sont décrits à l'[Article 6](#): mesures physiques selon des exigences, inspection pour identifier des écarts par rapport à des critères établis, révision structurée de l'utilisabilité et essai de l'utilisabilité.

L'[Annexe J](#) spécifie la procédure pour une révision structurée de l'utilisabilité ou un essai de l'utilisabilité.

5.5 Évaluation initiale

Les attributs de qualité peuvent être divisés entre ceux liés principalement au matériel, ceux liés au logiciel et ceux liés à une combinaison des deux. Cela conduit à réaliser l'évaluation par une séparation initiale du système suivie de son évaluation sous trois angles:

- a) les propriétés physiques du dispositif haptique (voir [7.2.2](#));
- b) l'effet produit par le dispositif haptique (voir [7.2.3](#));
- c) l'expérience de l'utilisateur de l'interaction haptique globale (voir [7.3](#)).

Pour chaque angle, les questions types qui peuvent être posées sont les suivantes:

- 1) Les caractéristiques techniques du dispositif sont-elles appropriées pour le contexte d'utilisation prévu? Les problèmes habituels pouvant survenir sont les suivants:
 - le dispositif est trop lourd; [ISO 9241-940:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35bd69a2-064b-4cf8-9968-1d508311e27f/iso-9241-940-2017)
 - le dispositif manque de force ou d'affinement de force (aptitude à solliciter des forces de faible intensité à partir de forces de grande intensité);
 - il y a des artéfacts prêtant à confusion, tels qu'un bruit externe ou des oscillations;
 - lorsque le dispositif est déplacé, l'utilisateur heurte des butées physiques qui ôtent l'illusion prévue.
- 2) L'effet haptique est-il approprié pour le contexte d'utilisation prévu? Les problèmes habituels pouvant survenir sont les suivants:
 - la signification du sens haptique n'est pas claire;
 - les icônes haptiques (points tactiles virtuels) ne sont pas appropriées – par exemple, trop près ou trop mou;
 - l'utilisateur se trouve perdu dans l'espace haptique virtuel, lorsque ce n'est pas l'intention du système.
- 3) Le système fournit-il un effet haptique approprié dans le contexte d'utilisation prévu? Les problèmes habituels pouvant survenir sont les suivants:
 - le dispositif nécessite un nombre plus élevé ou moins élevé de degrés de liberté pour s'adapter à l'effet haptique;
 - la force appliquée est trop faible ou trop élevée pour l'effet haptique;
 - la sortie du dispositif ne peut pas être correctement observée dans le contexte d'utilisation.

5.6 Aspects uniques d'une interaction haptique

Il convient que l'évaluateur soit informé des aspects uniques d'une interaction haptique:

- il s'agit d'une expérience personnelle qui ne peut pas être ressentie par l'évaluateur de la même manière qu'une image ou un son pourrait être perçu(e) à la fois par l'utilisateur et l'évaluateur; par conséquent, l'utilisateur décrit généralement la sensation haptique à l'évaluateur;
- dans une interaction haptique bidirectionnelle, il peut être difficile de faire la distinction entre la réaction de l'utilisateur à la force et la logique et la mécanique de la force s'exerçant sur l'utilisateur;
- dans une interaction gestuelle unidirectionnelle, il est possible de séparer l'ergonomie du geste de l'efficacité du dispositif interprétant le geste;
- dans une interaction tactile unidirectionnelle, l'expérience de l'utilisateur est étroitement liée aux caractéristiques du dispositif, et cette association étroite apparaîtra dans toute évaluation de l'expérience de l'utilisateur;
- l'haptique est un mode d'interaction souvent combinée à d'autres modalités; l'effet haptique peut être difficile à interpréter en présence d'indices visuels et sonores;
- une interaction haptique pouvant avoir lieu n'importe où sur le corps, ce facteur peut être pris en compte pour élaborer les essais adaptés à la culture;
- une adaptation peut masquer un effet haptique après une longue période; des essais de durée suffisante peuvent simuler de façon réaliste des scénarios d'utilisation réelle dans lesquels l'adaptation pourrait jouer un rôle.

L'[Annexe I](#) donne de plus amples détails et des exemples concernant ces points.

6 Types de méthodes d'évaluation ISO 9241-940:2017

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/35bd69a2-064b-4cf8-9968-1d508311ce21/iso-9241-940-2017>

6.1 Généralités

Les systèmes haptiques peuvent être évalués selon un ou plusieurs des types de méthodes décrits dans les paragraphes suivants.

NOTE Le [Tableau 2](#) indique lequel de ces types de méthode peut être utilisé pour évaluer chaque attribut de qualité d'un système haptique décrit à l'[Article 7](#).

Pour des informations documentant ces méthodes, consulter l'ISO/IEC 25066.

6.2 Mesure physiques selon les exigences

- Comparaison d'un dispositif ou d'un système haptique avec les exigences. La mesure peut nécessiter l'usage d'un instrument simple tel qu'une règle graduée, ou d'un dispositif d'essai plus complexe tels qu'un dynamomètre numérique pour analyser les forces produites par le système.
- Il convient que les exigences soient spécifiées après considération de l'application. L'ISO 9241-910 et l'ISO 9241-920 donnent des recommandations pour établir les exigences relatives aux systèmes tactiles/haptiques, alors que l'ISO 9241-960 donne des recommandations sur l'utilisation des gestes en tant que type spécifique d'interaction tactile/haptique. Les [Annexes A](#) à [G](#) énumèrent les exigences et les recommandations issues de ces Normes internationales.

6.3 Contrôle par un expert

Les méthodes les plus pertinentes pour une évaluation haptique sont:

- un contrôle pour identifier des écarts par rapport à des critères fondés sur des exigences d'utilisateurs, des principes, des lignes directrices ou des bonnes pratiques établies pour l'utilisabilité

et l'accessibilité. L'évaluation peut être basée sur une représentation statique ou combinée à une révision structurée de l'utilisabilité;

- une révision structurée de l'utilisabilité, identifiant d'éventuels problèmes par un déroulement, par étapes, des interactions avec le système, en procédant de la même manière que celle attendue de la part d'un utilisateur devant exécuter des tâches particulières (voir l'[Annexe J](#)).

6.4 Essai de l'utilisabilité

6.4.1 Généralités

Les essais d'utilisabilité impliquent la collecte de données auprès d'utilisateurs réels ou cibles dans des situations qui sont les situations réelles ou proposées dans lesquelles ils utilisent ou utiliseraient le système haptique ou tactile.

6.4.2 Contexte de mesure

6.4.2.1 Utilisation d'une tâche d'essai

- Les essais de tâches impliquent une utilisation du système à titre d'essai par un ensemble d'utilisateurs choisis dans une population générale d'utilisateurs. La population peut comprendre aussi bien des utilisateurs types que des utilisateurs particuliers.
- Les tâches sont théoriquement exécutées dans le contexte d'utilisation du système haptique. Pour certains paramètres d'intérêt, les essais peuvent être effectués dans un laboratoire.
- En règle générale, les tâches sont établies lors d'un essai planifié et se prêtent à l'évaluation par une variété de mesures telles que celles énumérées dans le paragraphe ci-après.

L'[Annexe J](#) spécifie comment réaliser un essai de tâches d'utilisabilité.
ISO 9241-940:2017
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/556d69a2-0646-4cf8-9968-1d508311ce21/iso-9241-940-2017>

6.4.2.2 Observation des performances des utilisateurs lors d'une utilisation normale du système haptique

- Les utilisateurs du système haptique peuvent être observés lorsqu'ils exécutent des tâches de leur choix.
- L'observation, dans un laboratoire ou dans un contexte d'utilisation naturel, permet d'identifier les problèmes d'utilisabilité et d'accessibilité ainsi que les points forts.
- Un observateur expert peut évaluer les performances et l'expérience des utilisateurs.

6.4.3 Données d'évaluation

6.4.3.1 Collecte de données de performance

- Les mesures de performance sont des évaluations ou des scores relatifs à la tâche proprement dite. Elles donnent des mesures de l'efficacité et de l'efficience du système haptique en permettant à un utilisateur d'exécuter une tâche dans un contexte d'utilisation donné (voir l'ISO 9241-11).
- Les données de performance types comprennent le temps mis pour exécuter une tâche, ou le nombre des erreurs utilisateurs qui se sont produites lors de l'exécution des tâches.

6.4.3.2 Collecte de données physiologiques

- Les données physiologiques sont des évaluations objectives de l'état physiologique de l'utilisateur lorsqu'il exécute une tâche. Des déductions concernant des paramètres tels que le niveau de contrainte (stress), d'inconfort ou de fatigue peuvent être effectuées à partir de ces données.