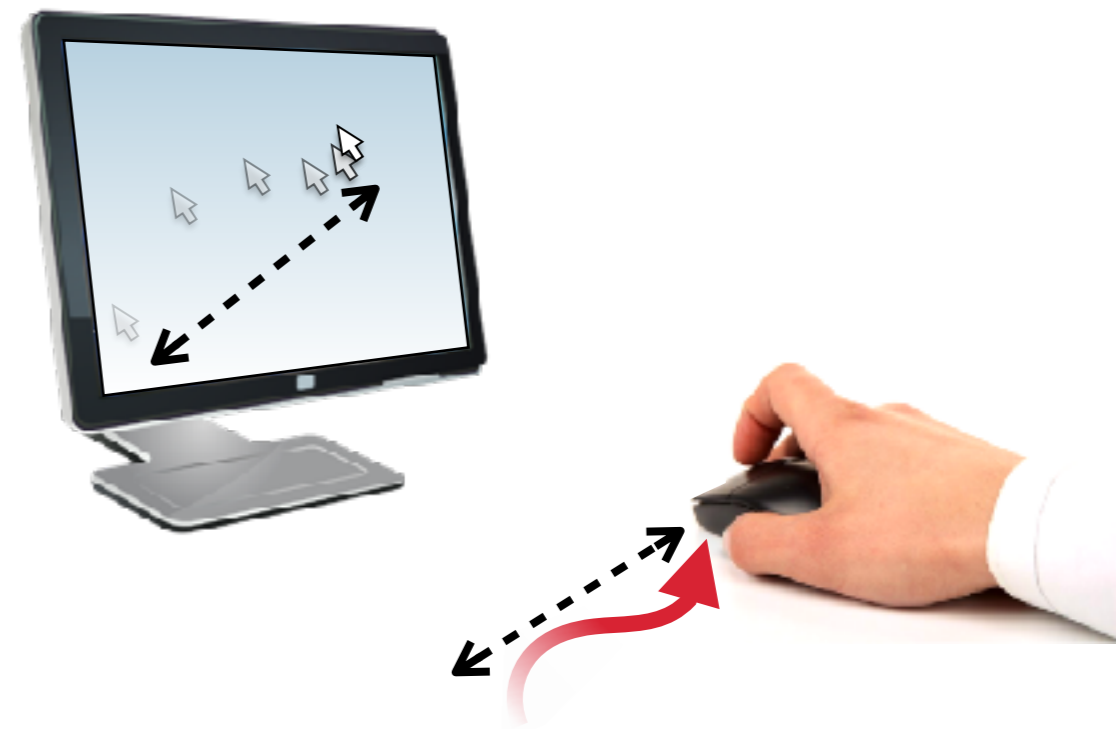


Pointage de cibles et techniques pour le faciliter

Sylvain Malacria

<http://www.malacria.com/>

<mailto:sylvain.malacria@inria.fr>



Diapositives inspirées de M. Nancel, B. Myers, N. Roussel, F. Tsandilas et R. Balakrishnan

Qu'est ce que le pointage ?

Action de déplacer un pointeur sur une cible (pas nécessairement informatique)

Action répétée un nombre incalculable de fois chaque jour



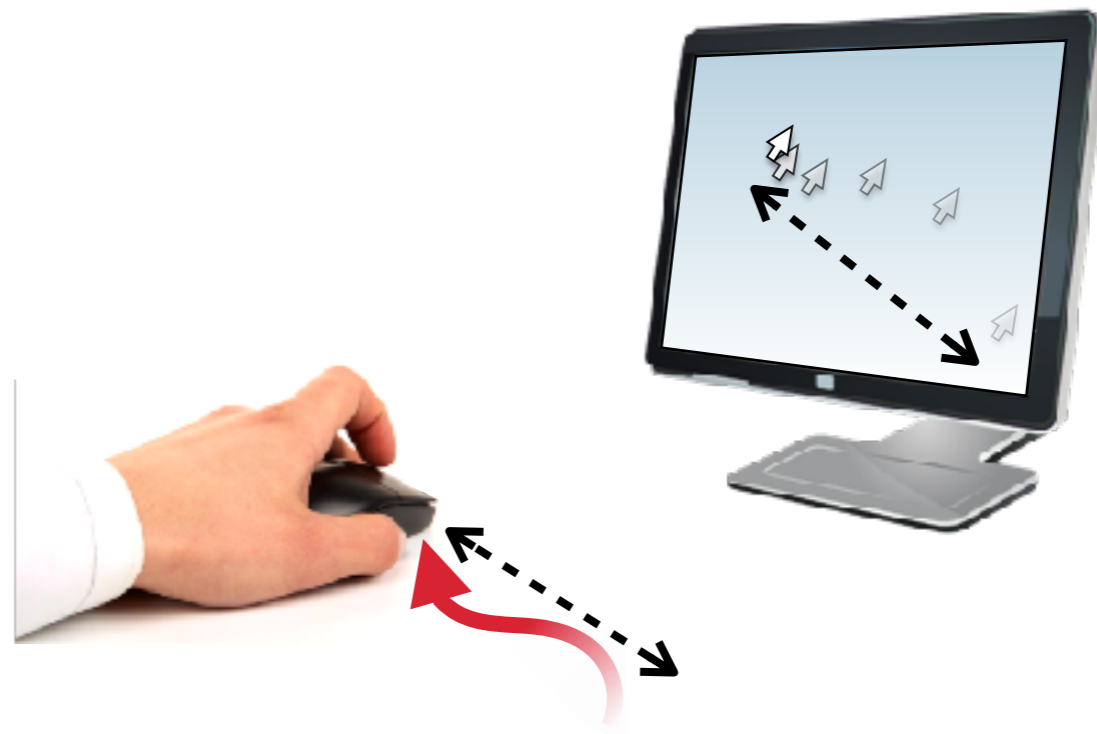
Pointage et systèmes interactifs

Action la plus courante/fréquente dans les systèmes interactifs

- ▶ sélectionner une commande
- ▶ activer un lien internet
- ▶ déplacer un fichier

pointage sur telephone mobile

pointage à la souris sur un ordinateur



Différents dispositifs de pointage

Des dispositifs de pointage variés



IBM Trackpoint



Pavé tactile



Souris



Écran tactile



Microsoft Kinect



Nintendo Wiimote

Joysticks

Utilisés dans les jeux vidéos

Plupart du temps contrôle de vitesse

- ▶ Recentrage automatique
- ▶ Vitesse du curseur dépend de l'amplitude

Des fois en contrôle de position

- ▶ Contrôle absolu (mapping 1:1)



Tablettes

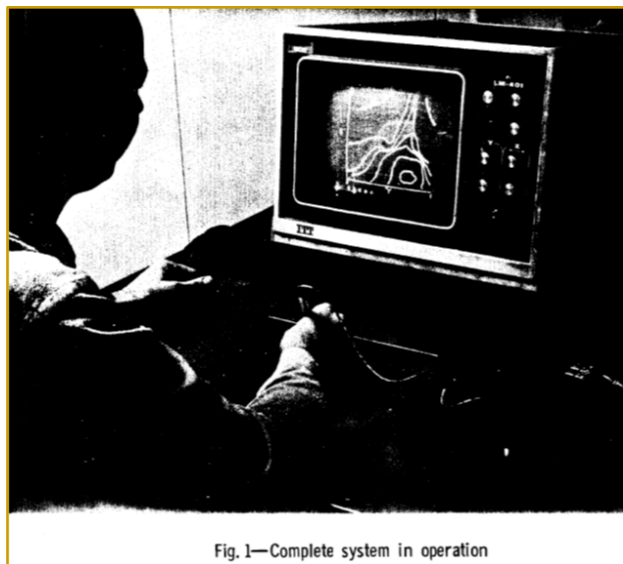
1ere tablette : *Rand Tablet (1964)*

Utile pour dessin/écriture manuscrite

Déplacer le stylet sur la surface (mais la surface n'est pas un affichage)

Possibilité de gérer d'autres dispositifs

Gestion du "hover"



Écrans tactiles

Dispositif de sortie (écran) et d'entrée (pointage)

Interaction possible

- ▶ doigt : utile et intuitif, mais peu précis (fat finger problem)
- ▶ dispositif dédié (stylet) : moins pratique, plus précis

Problème d'occultation à l'interaction

Nécessité de tenir le dispositif ? (contrainte sur l'interaction)

Comment extraire la paume lors de l'interaction et de l'écriture ?



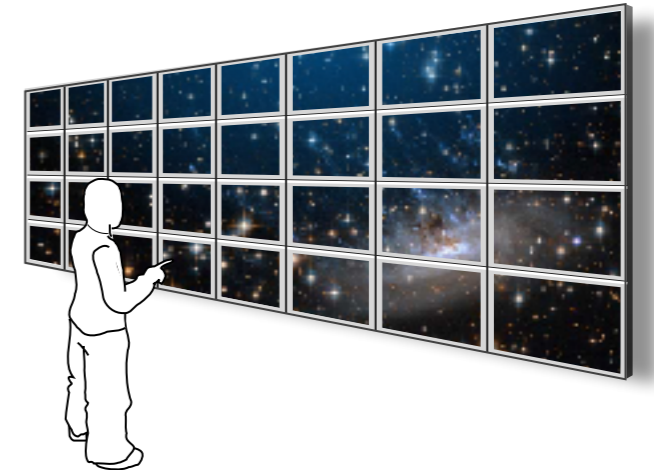
Grands écrans tactiles

Vertical ou Horizontal

Privé, communautaire ou publique

Interaction spécifique

- ▶ Tableau augmenté en classe
- ▶ Ecran interactif culturel dans un musée
- ▶ Table interactive ludique dans un salon ou bar
- ▶ etc.



Interaction à distance avec écran tactile

Pointage *absolu* la plupart du temps

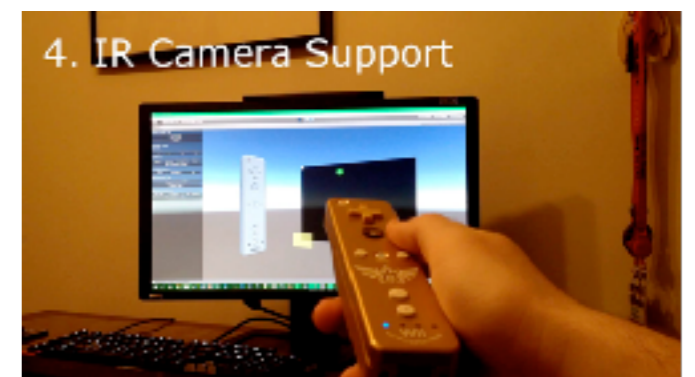
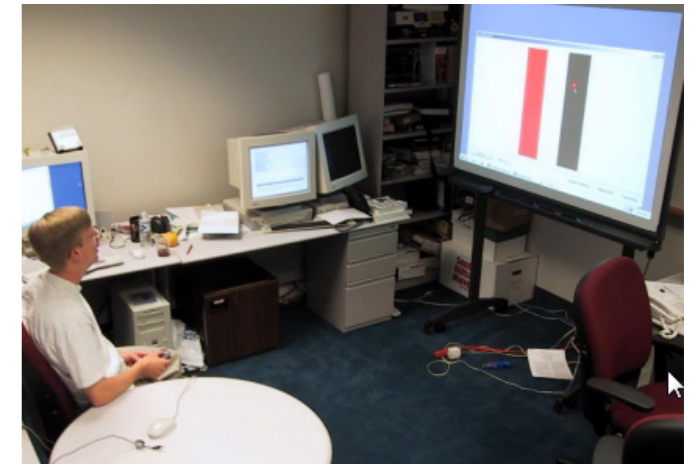
- ▶ Métaphore du pointage laser (Wiimote)
- ▶ Position relative de la main (Kinect)

Manque de précision

- ▶ Sensible à la distance
- ▶ Tremblements
- ▶ etc.

Fatigant

- ▶ Gorilla arm effect



La souris

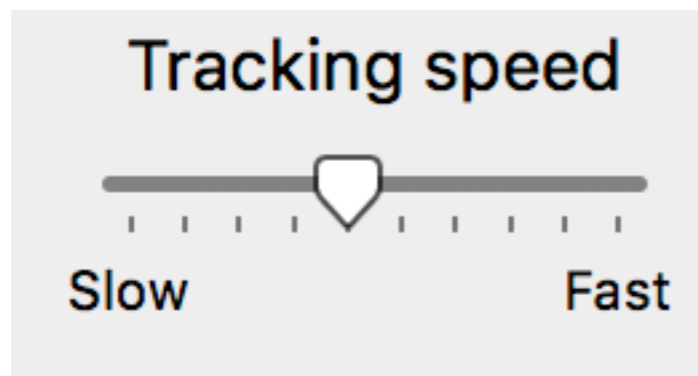
Inventé par Douglas Engelbart en 1967

Pointage indirect/relatif

Permet un pointage

- ▶ rapide
- ▶ précis
- ▶ reposant (horizontal sur support)

Gestion de fonctions de transfert

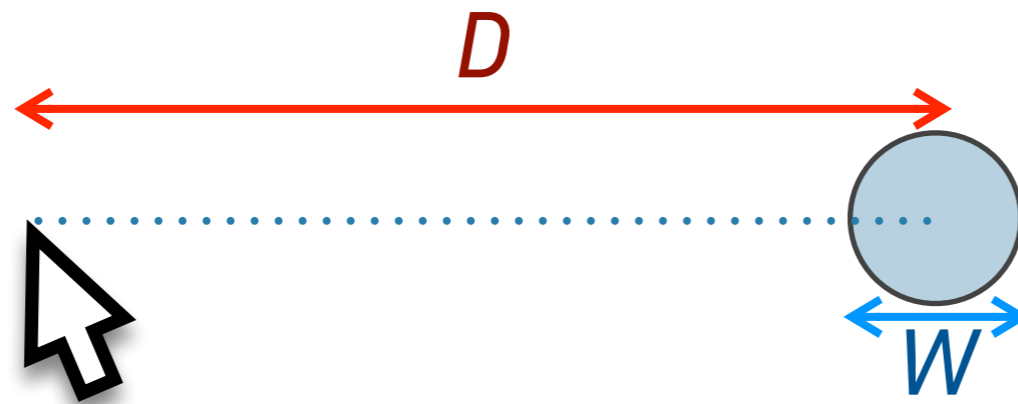


Les bases du pointage

Quel que soit le dispositif de pointage utilisé, le temps de sélection (pointage) est décrit par la **loi de Fitts'** (1954) qui dit que le temps est fonction de :

- ▶ La **distance** initiale entre le pointeur et la cible (D)
- ▶ La **taille** de la cible (W)

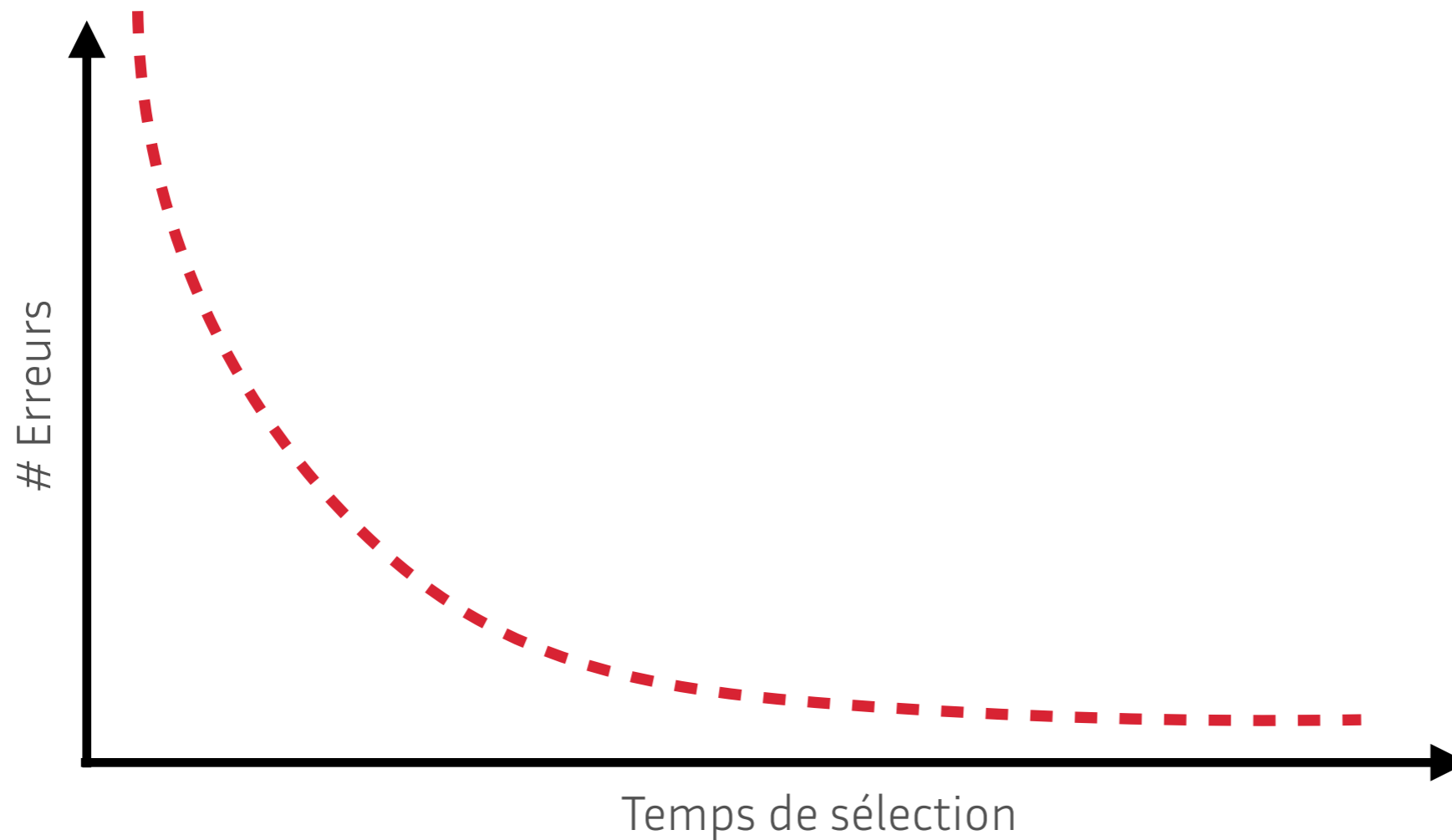
$$T = a + b \times \log_2 (1 + D / W)$$



Compromis vitesse / précision

Sélectionner (pointer sur) une cible est une question de compromis

- ▶ Sélectionner la cible rapidement, au prix d'erreurs potentielles ?
- ▶ Ne pas faire d'erreur, au prix de précieuses secondes ?



Pointage à la souris

Probablement l'action la plus fréquente sur ordinateurs

- ▶ Une des plus étudiée en IHM
- ▶ Utilisée pour presque toutes les opérations élémentaires
- ▶ Dans sa forme la plus simple, décrit par la loi de Fitts'

Pointage indirect relatif

- ▶ Indirect :
 - Nécessite un curseur
 - Nécessite une *fonction de transfert*
- ▶ Relatif :
 - seul les mouvements relatifs du dispositifs contrôlent un curseur
 - Si le dispositif ne bouge pas, le curseur (a priori) ne bouge pas non plus

Même chose pour un touchpad (même si il peut théoriquement être également utilisé comme dispositif absolu)

Recherche en IHM sur le pointage

Omniprésence dans l'interaction avec les systèmes interactifs

Technique la plus efficace pour sélectionner rapidement, et de manière répétée, de nombreuses sélection de cibles

4 approches principales :

- ▶ Modifier le contrôle du curseur (fonction de transfert)
- ▶ Faciliter l'approche "balistique" de la cible ("*réduire*" D)
- ▶ Augmenter la taille de la cible (W)
- ▶ Réduire la distance **ET** augmenter la taille de la cible

1 approche bonus

- ▶ Retour haptique

#1 Modifier le contrôle du curseur

Pointage direct ou indirect

Indirect: Le dispositif d'entrée et de sortie sont découplés



Direct: même espace pour l'entrée et la sortie



Contrôle absolu vs. relatif

Contrôle absolu

Mapping 1:1 entre l'espace d'entrée et l'espace de sortie (tablettes, smartphones, etc.)



Contrôle relatif

Le dispositif contrôle la position *relative* d'un curseur (toujours indirect)



Contrôle hybride

Combinaison de absolu et relatif

Contrôle absolu (mapping 1:1)

Pointage indirect

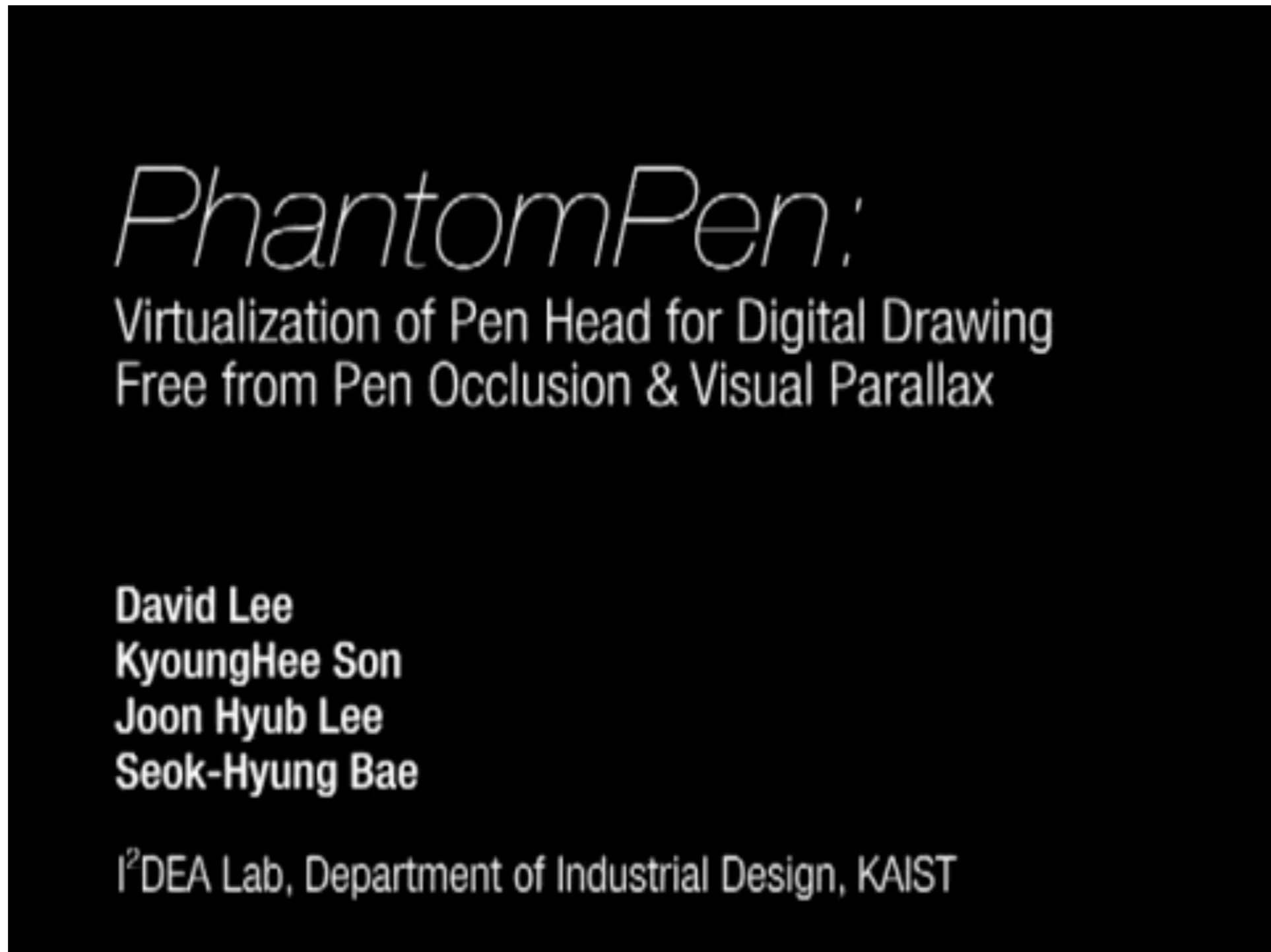
- ▶ Information au survol **indispensable** car l'utilisateur doit savoir où se situera le curseur avant l'interaction (par exemple pour dessiner)
- ▶ Le curseur n'est pas caché et peut apporter des informations importantes

Pointage direct

- ▶ L'information au survol n'est pas indispensable car on sait clairement où l'interaction se portera au moment du contact (e.g. tablette wacom)
- ▶ Gros problème d'occultation à l'interaction

Répondre au problème d'occultation pour le pointage absolu direct au stylet

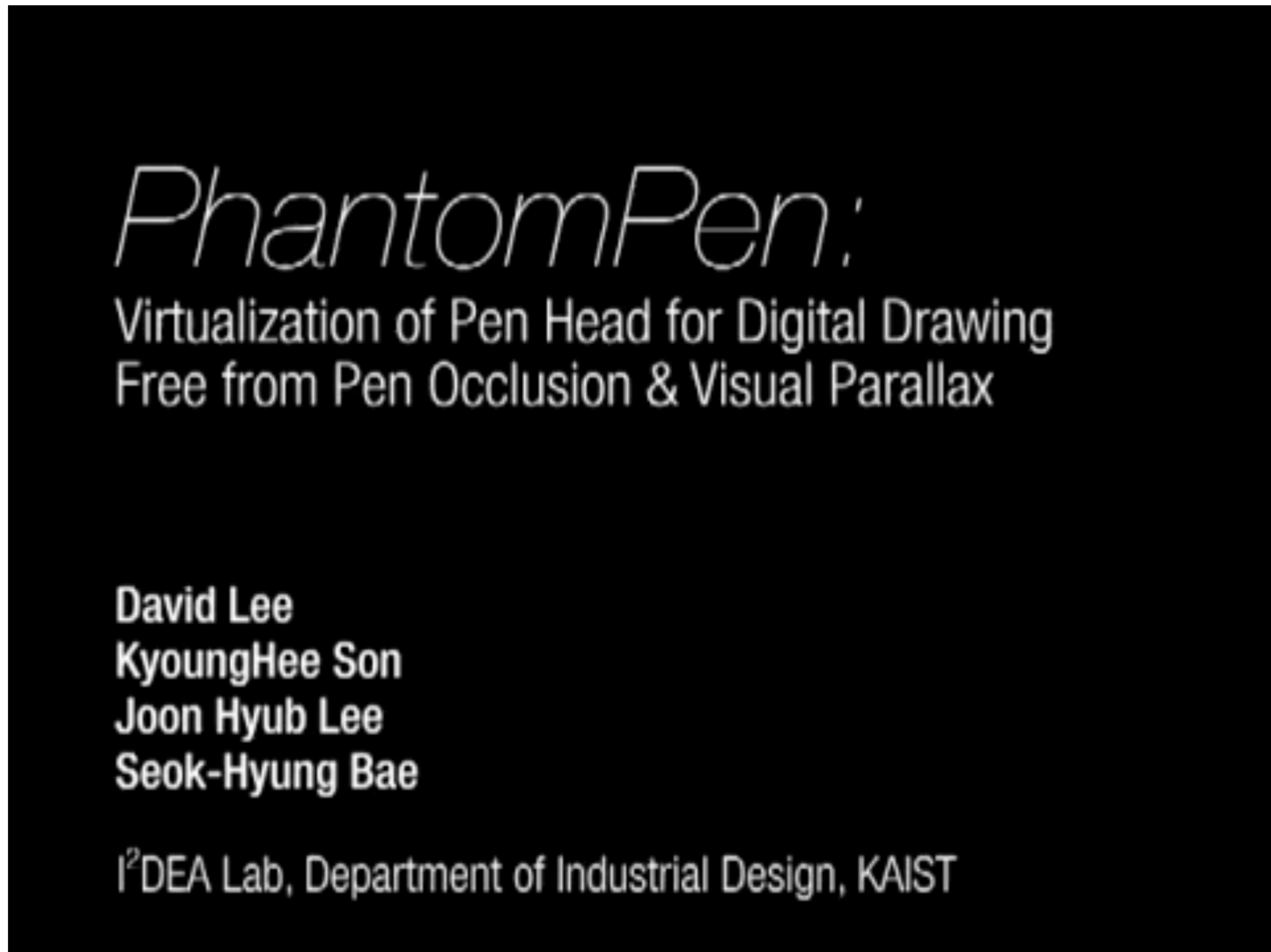
PhantomPen [Lee et al. 2012]



<https://www.youtube.com/watch?v=r62wxK3Rma4>

Répondre au problème d'occultation pour le pointage absolu direct au stylet

PhantomPen [Lee et al. 2012]



<https://www.youtube.com/watch?v=r62wxK3Rma4>

Contrôle relatif

Cas des dispositifs *classiques* comme la souris et le trackpad

Le curseur se déplace “relativement” à sa dernière position

Nécessité de pouvoir “débrayer” le dispositif

- ▶ On soulève la souris/le doigt pour débrayer
- ▶ Possibilité de parcourir de grandes distances avec un petit espace

Contrôle relatif

Association entrée/sortie

Contrôle de position

Les mouvements du dispositif d'entrée modifient la **position** du curseur

- ▶ Souris
- ▶ Touchpad

Contrôle de vitesse

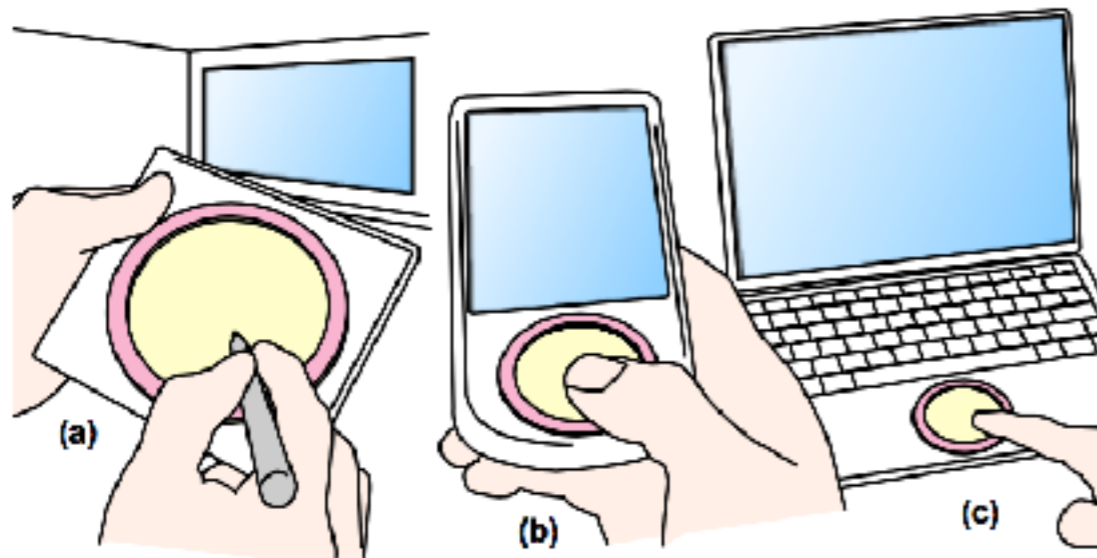
Les mouvements du dispositif d'entrée modifient la **vitesse** de déplacement du curseur



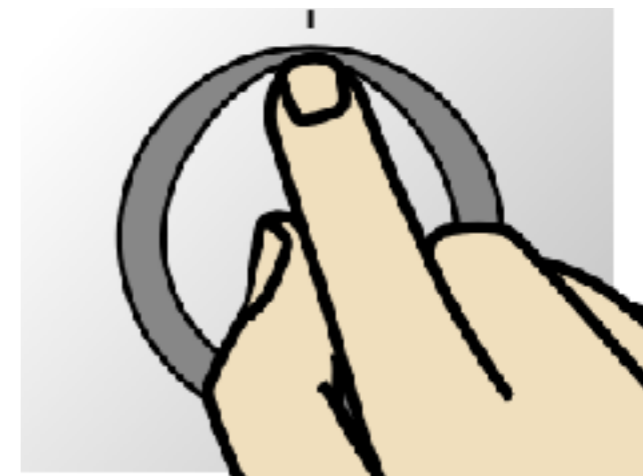
IBM Trackpoint

Contrôle relatif mixte

RubberEdge [Casiez et al. 2007]



Contrôle de position



Contrôle de vitesse

Contrôle relatif mixte

RubberEdge [Casiez et al. 2007]

RubberEdge: Reducing Clutching by Combining Position and Rate Control with Elastic Feedback

Géry Casiez[†], Daniel Vogel^{††},
Qing Pan[†], Christophe Chaillou[†]

[†] LIFL & INRIA Futurs
University of Lille, FRANCE

^{††} Dept. of Computer Science
University of Toronto, CANADA

https://www.youtube.com/watch?v=kucTPG_zTik

Contrôle relatif mixte

RubberEdge [Casiez et al. 2007]

RubberEdge: Reducing Clutching by Combining Position and Rate Control with Elastic Feedback

Géry Casiez[†], Daniel Vogel^{††},
Qing Pan[†], Christophe Chaillou[†]

[†] LIFL & INRIA Futurs
University of Lille, FRANCE

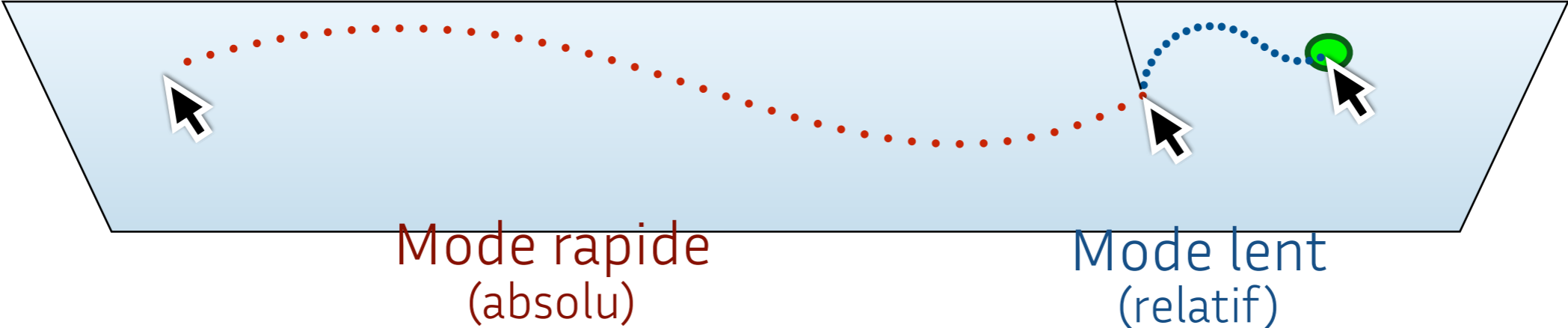
^{††} Dept. of Computer Science
University of Toronto, CANADA

https://www.youtube.com/watch?v=kucTPG_zTik

Contrôle hybride du pointage '(absolu et relatif)'

Deux niveaux de précision

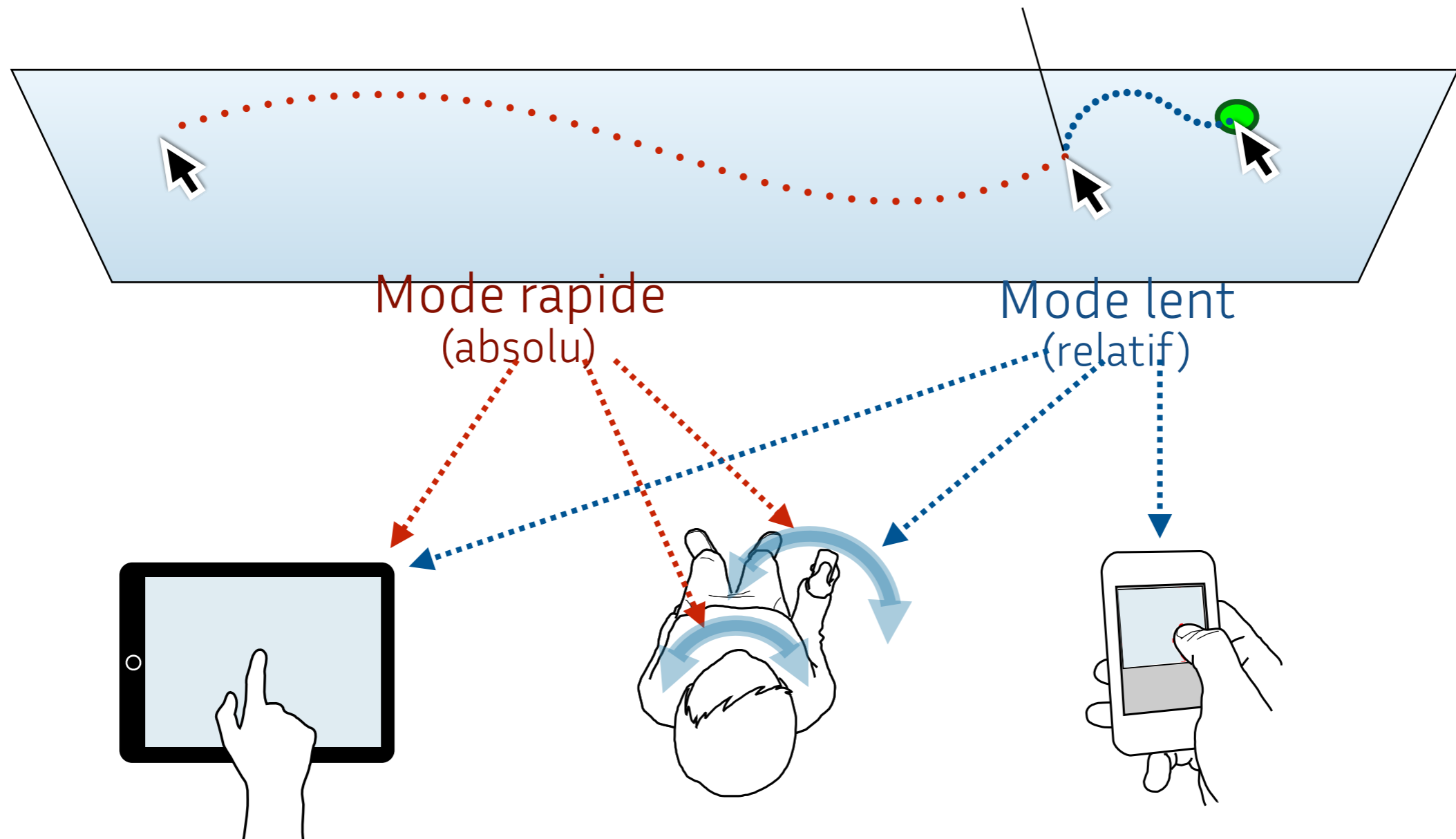
Changement de mode



Contrôle hybride du pointage '(absolu et relatif)'

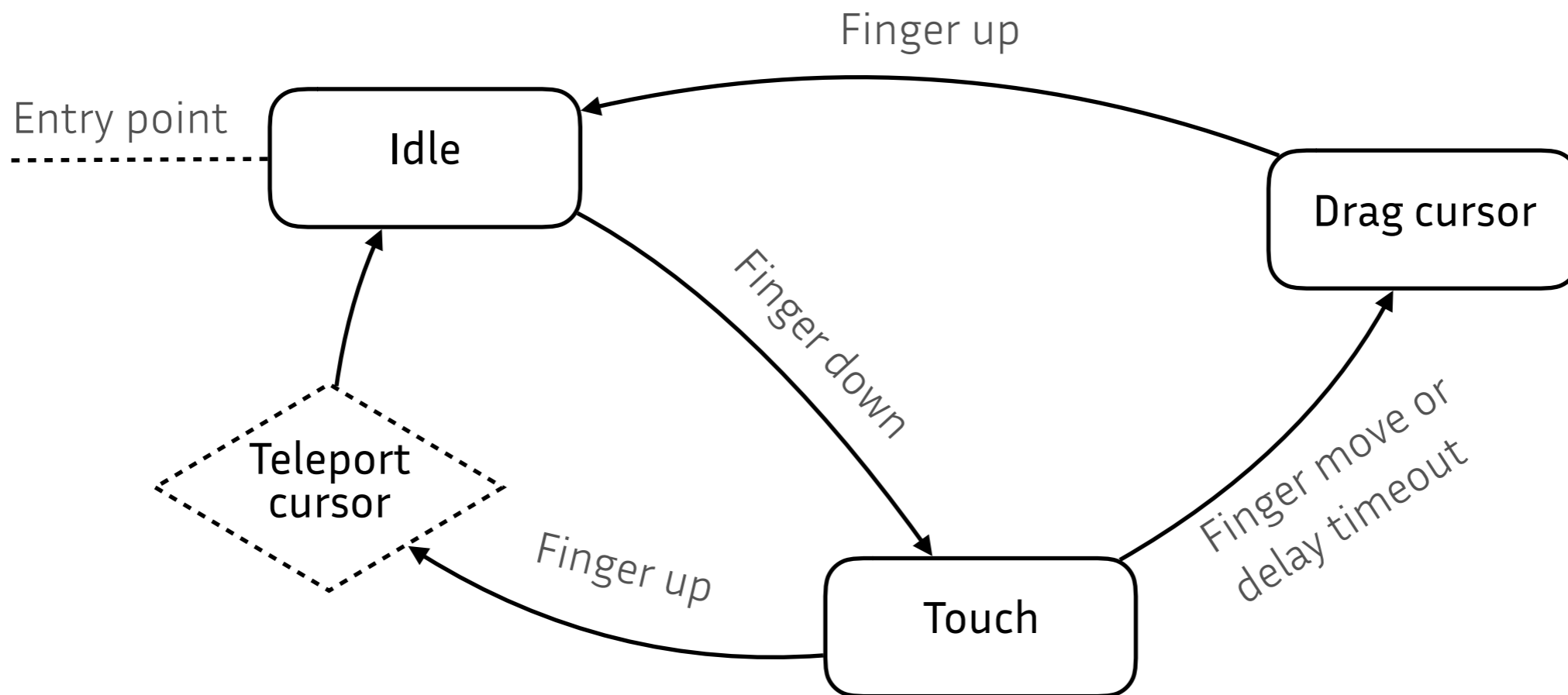
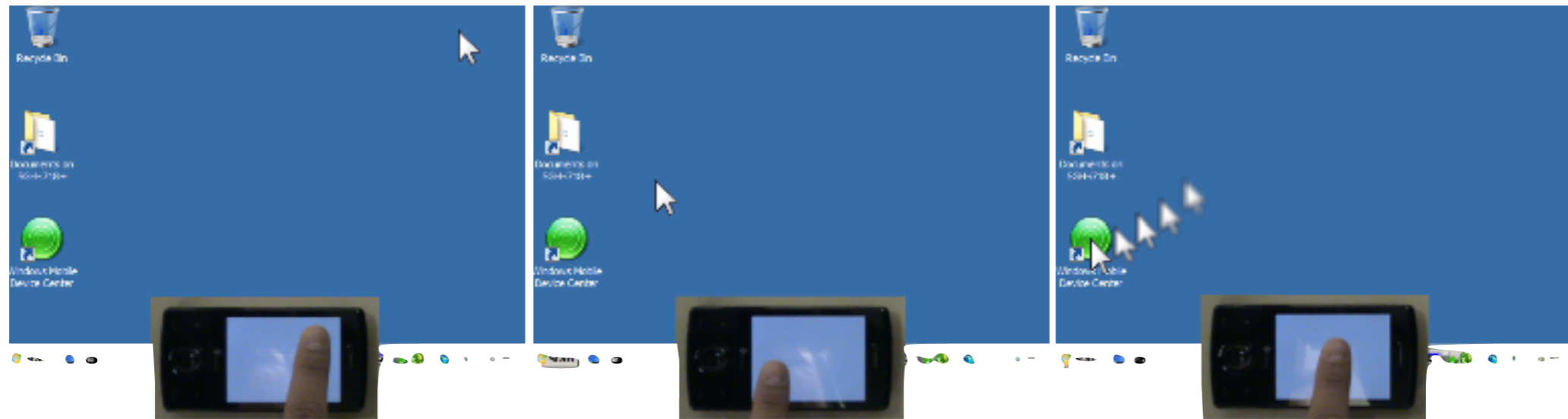
Deux niveaux de précision

Changement de mode



Contrôle hybride du pointage '(absolu et relatif)'

ARC-Pad [McCallum and Irani 2009]



Contrôle hybride du pointage '(absolu et relatif)'

ARC-Pad [McCallum and Irani 2009]

ARC-Pad

**Absolute+Relative Cursor
Positioning with a Mobile
Touchscreen**

<https://www.youtube.com/watch?v=2ldchK5yRrw>

Contrôle hybride du pointage '(absolu et relatif)'

ARC-Pad [McCallum and Irani 2009]

ARC-Pad

**Absolute+Relative Cursor
Positioning with a Mobile
Touchscreen**

<https://www.youtube.com/watch?v=2IdchK5yRrw>

Contrôle hybride du pointage '(absolu et relatif)'

[Nancel et al 2013]

High-Precision Pointing on Large Wall Displays using Small Handheld Devices

Mathieu Nancel^{1,2} Olivier Chapuis^{1,2} Emmanuel Pietriga^{2,3} Xingdong Yang⁴
Pourang Irani⁵ Michel Beaudouin-Lafon^{1,2}

¹Univ Paris-Sud & CNRS (LRI) ²INRIA ³INRIA CHILE - CIRIC ⁴University of Alberta ⁵University of Manitoba
Orsay, France Orsay, France Santiago, Chile Alberta, Canada Manitoba, Canada

CHI 2013

https://www.youtube.com/watch?v=pPML_INACIc

Contrôle hybride du pointage '(absolu et relatif)'

[Nancel et al 2013]

High-Precision Pointing on Large Wall Displays using Small Handheld Devices

Mathieu Nancel^{1,2} Olivier Chapuis^{1,2} Emmanuel Pietriga^{2,3} Xingdong Yang⁴
Pourang Irani⁵ Michel Beaudouin-Lafon^{1,2}

¹Univ Paris-Sud & CNRS (LRI) ²INRIA ³INRIA CHILE - CIRIC ⁴University of Alberta ⁵University of Manitoba
Orsay, France Orsay, France Santiago, Chile Alberta, Canada Manitoba, Canada

CHI 2013

https://www.youtube.com/watch?v=pPML_INACIc

**Mais le pointage relatif
indirect reste la norme**

Fonction de transfert pour le pointage

Pointage indirect relatif demeure la norme

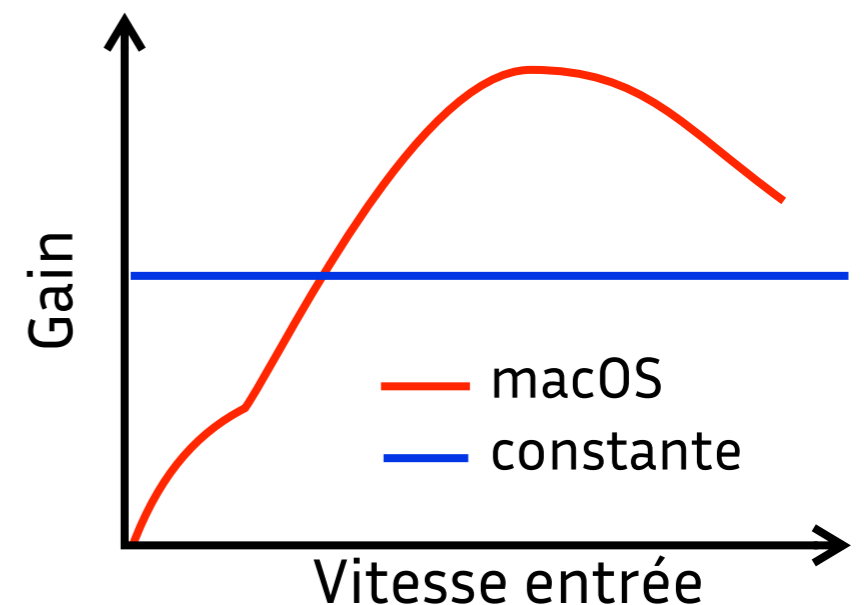
Le pointage indirect nécessite de convertir l'interaction dans **l'espace moteur** (les déplacements physiques de la souris) en un déplacement curseur dans **l'espace logique** (les pixels de l'écran)

Conversion 1:1 est inadaptée car

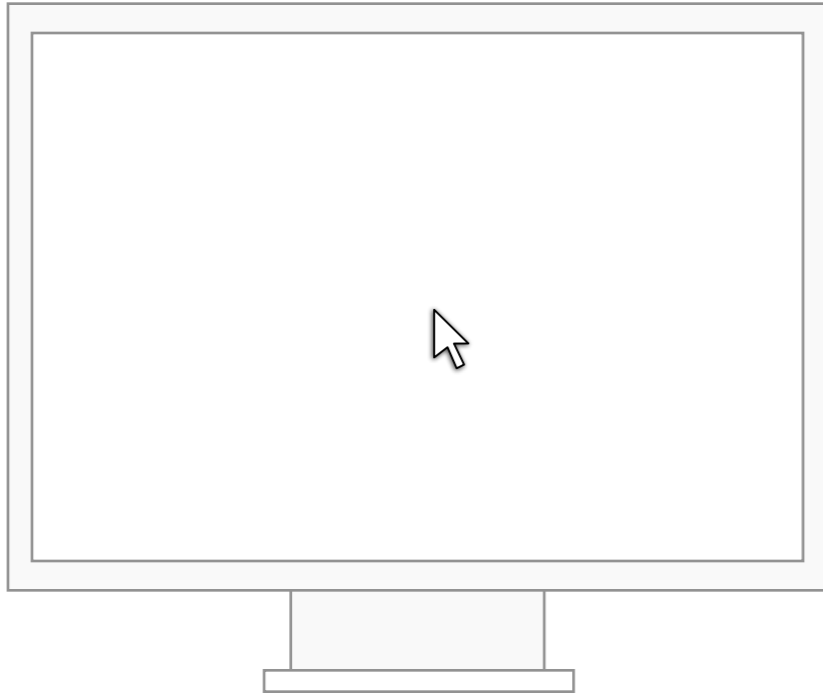
- ▶ Dépendance aux résolutions d'entrée et de sortie
- ▶ Fastidieux pour les longues distances
- ▶ Inadapté aux toutes petites cibles

Utilisation d'un **fonction de transfert**

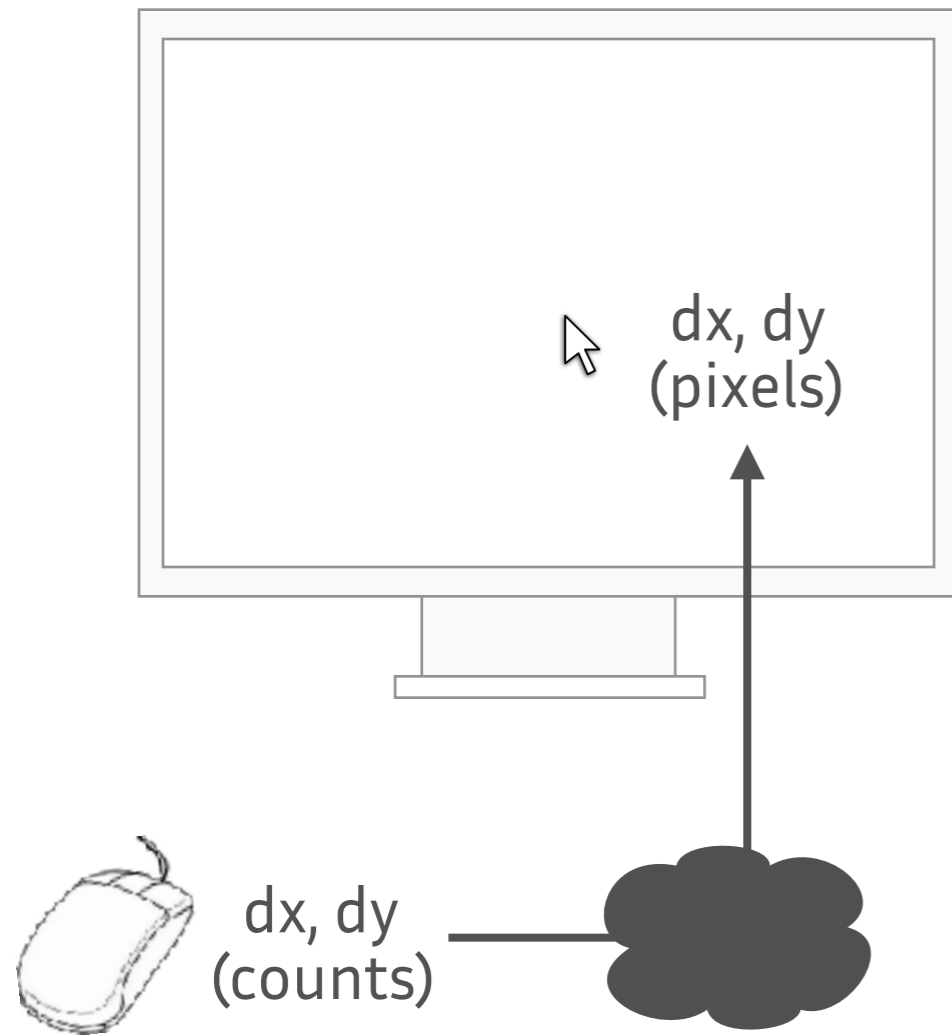
- ▶ $V_{\text{curseur}} = V_{\text{entrée}} \times \text{gain}$
- ▶ Le gain n'est pas nécessairement une constante
- ▶ Discrète, mais **essentielle** pour pointer efficacement



Limite des fonctions de transfert dans nos systèmes

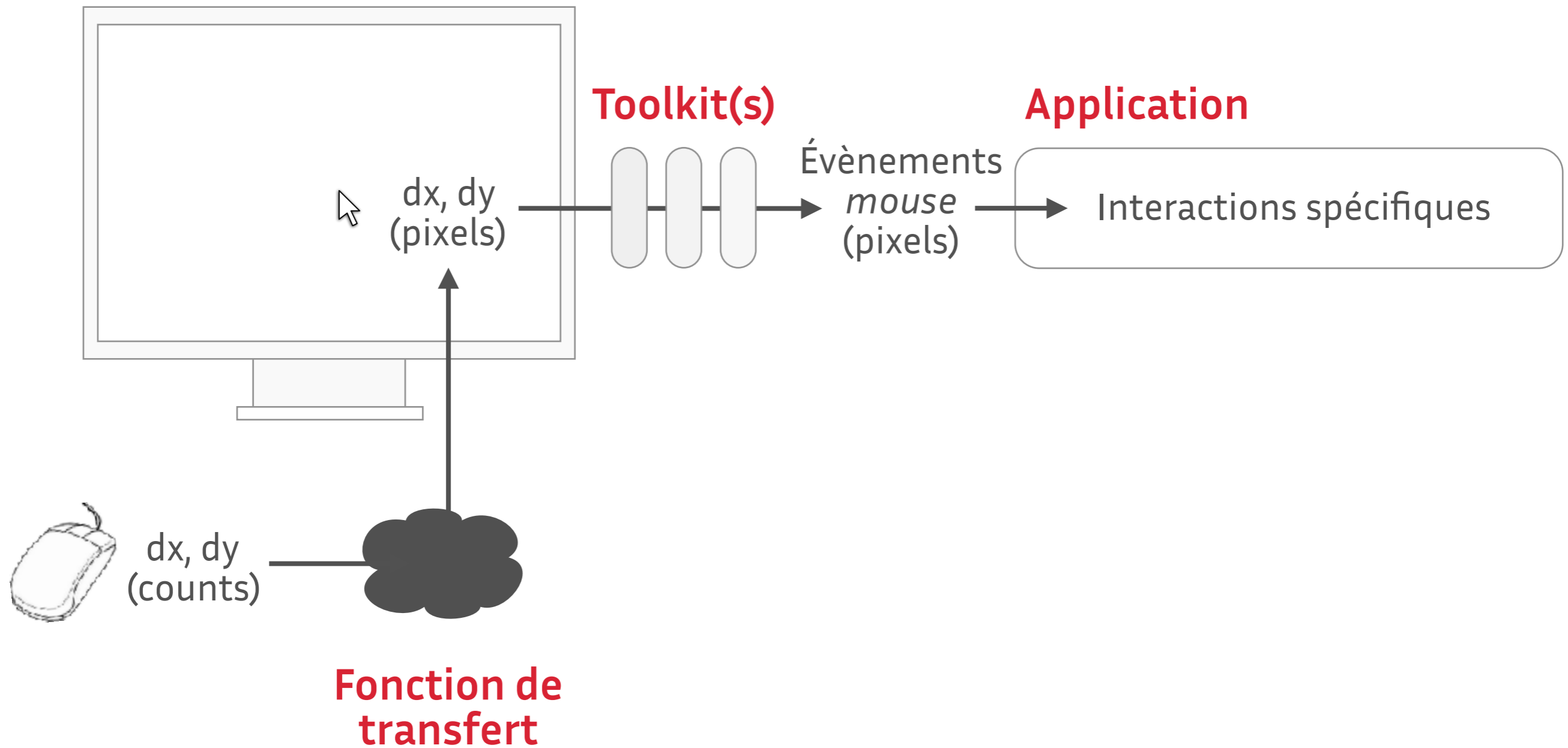


Limite des fonctions de transfert dans nos systèmes

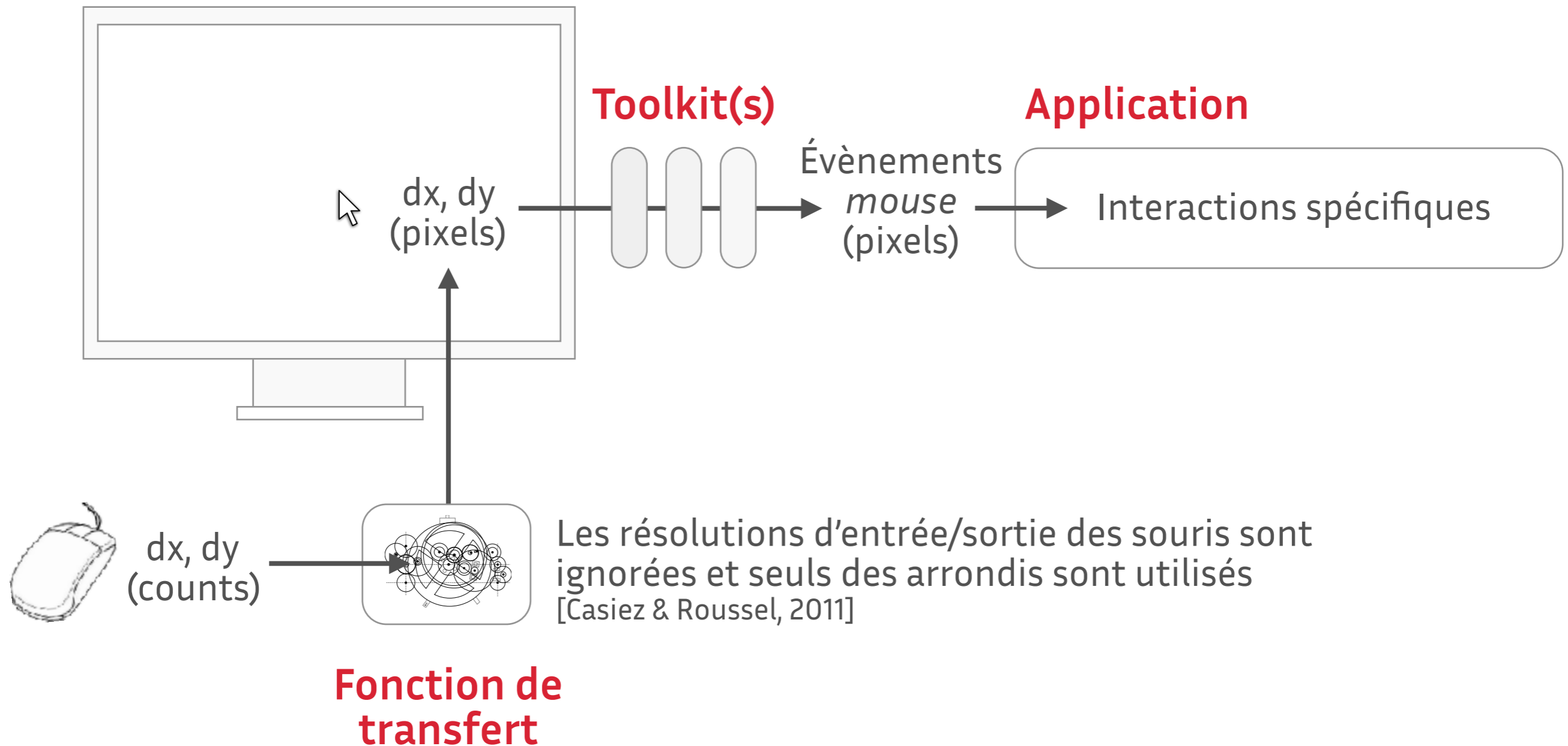


Fonction de transfert

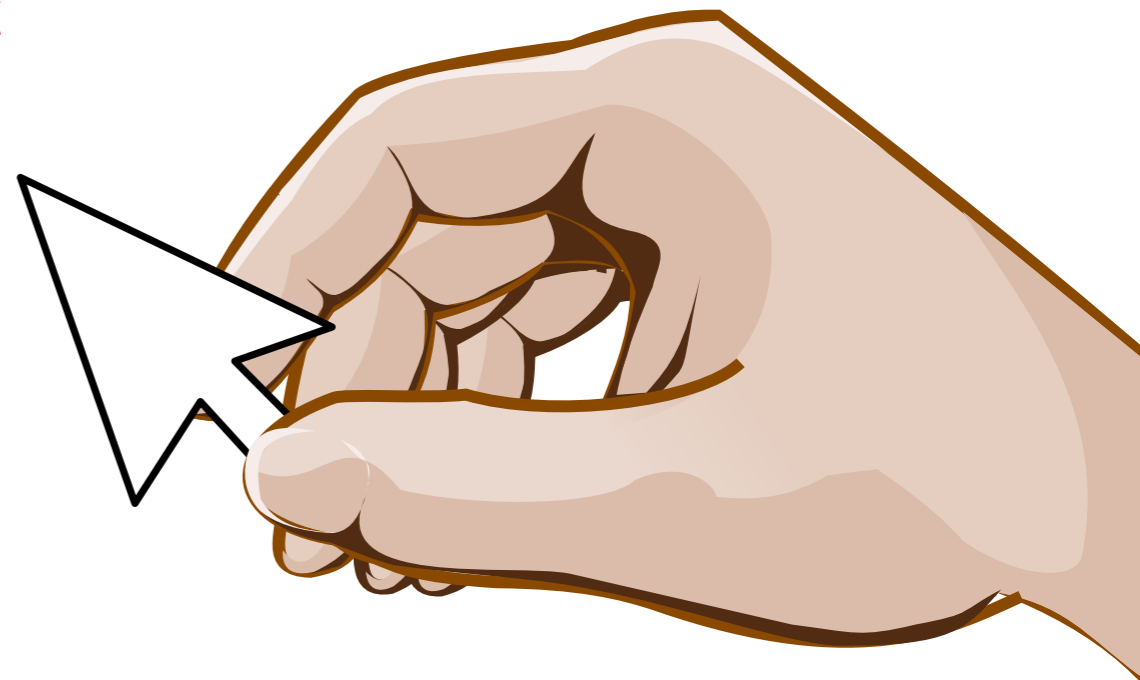
Limite des fonctions de transfert dans nos systèmes

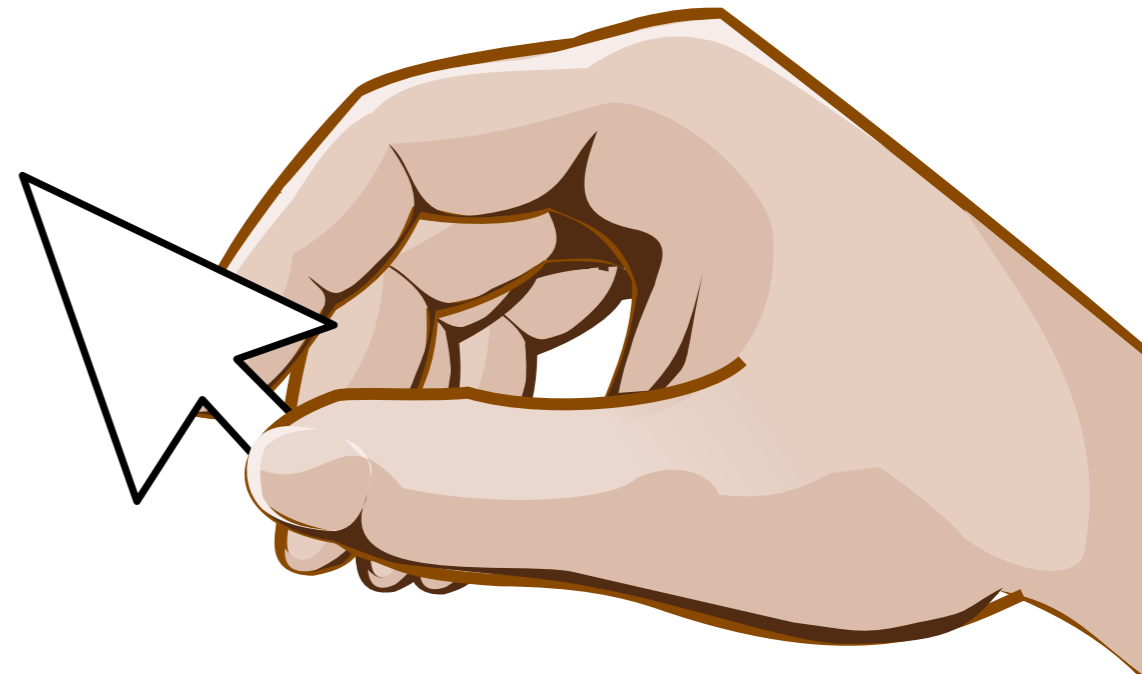


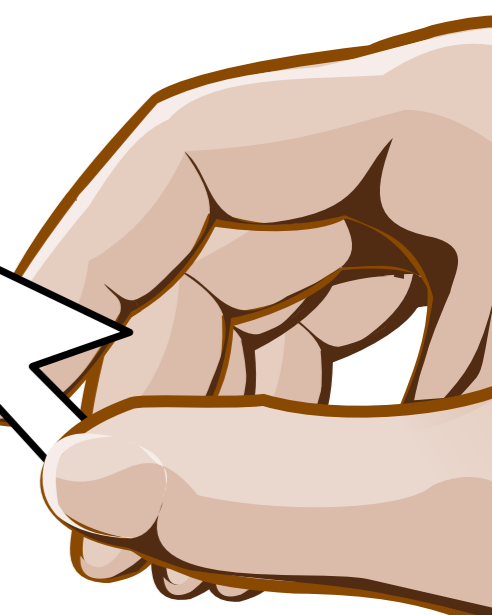
Limite des fonctions de transfert dans nos systèmes

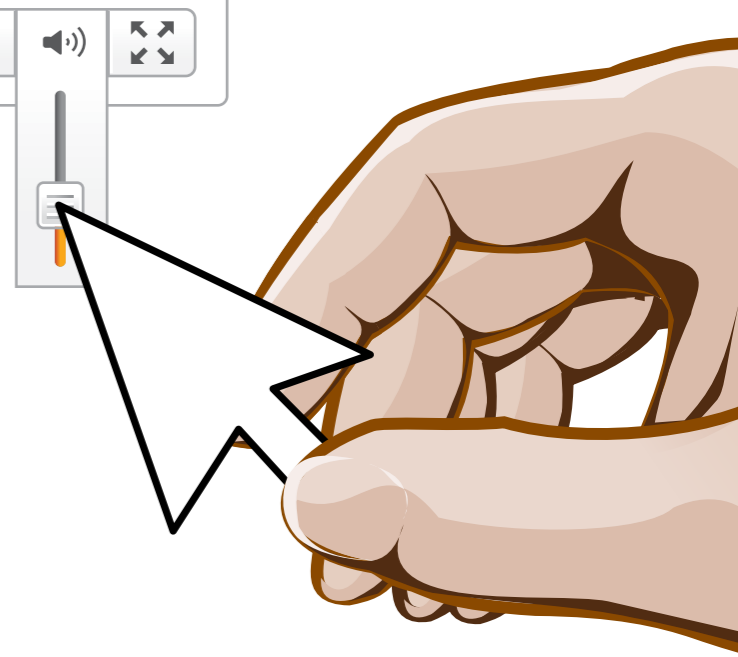


Un dispositif de pointage sert à interagir avec un curseur affiché à l'écran, qui lui-même interagit avec du contenu



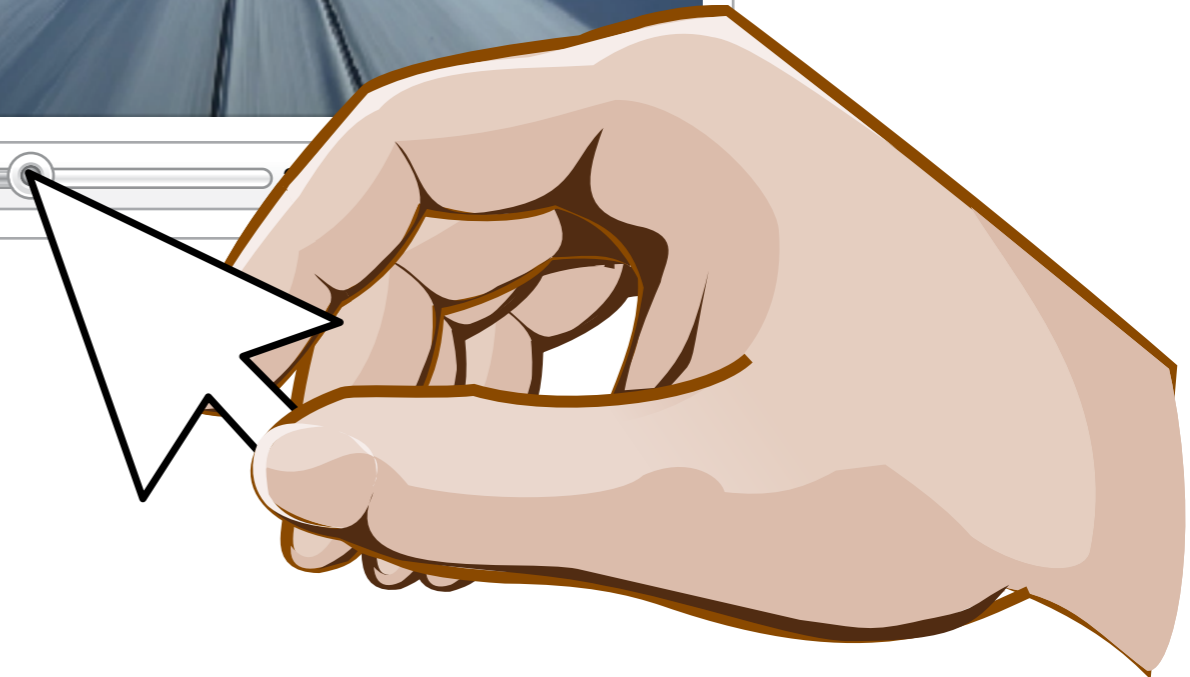
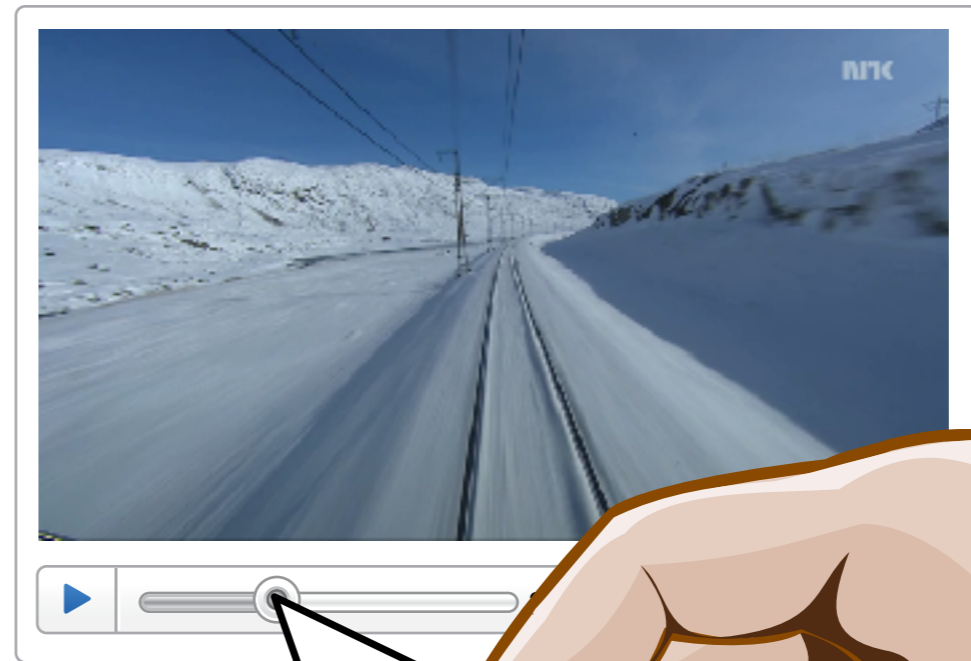






“Bergensbanen” - NRK

7:14:13 → 26 053 seconds → 1 302 650 frames

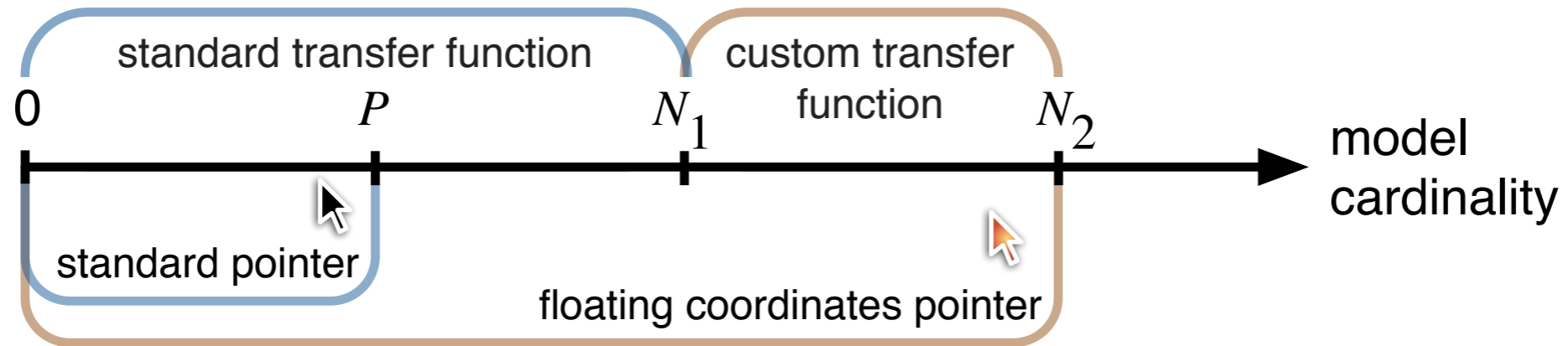


“Bergensbanen” - NRK

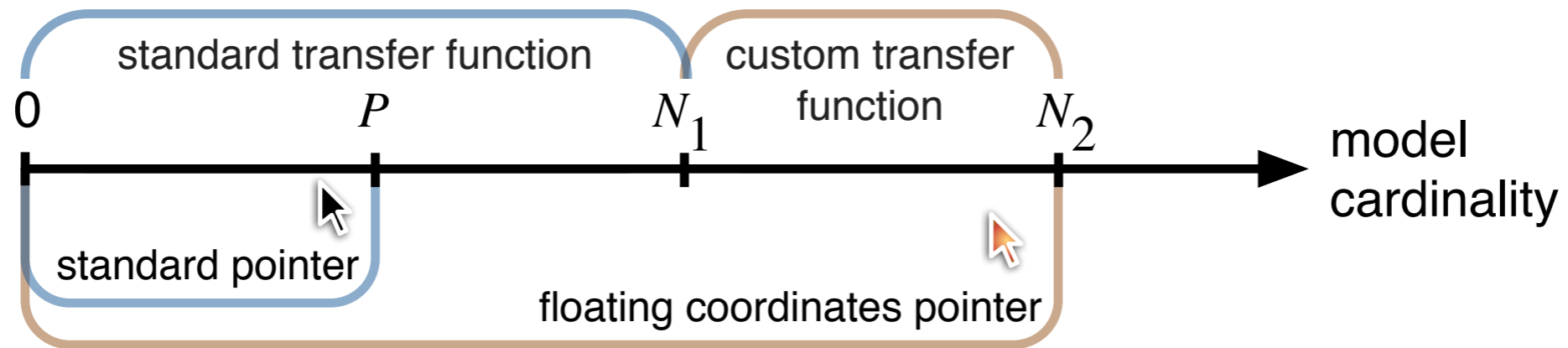
7:14:13 → 26 053 seconds → 1 302 650 frames



Solution : l'interaction *Subpixel*

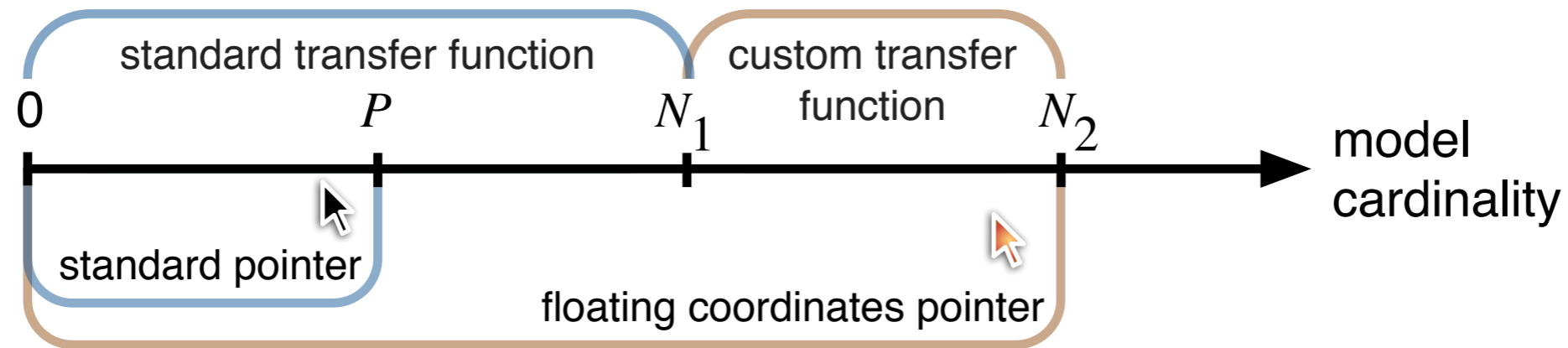


Solution : l'interaction *Subpixel*



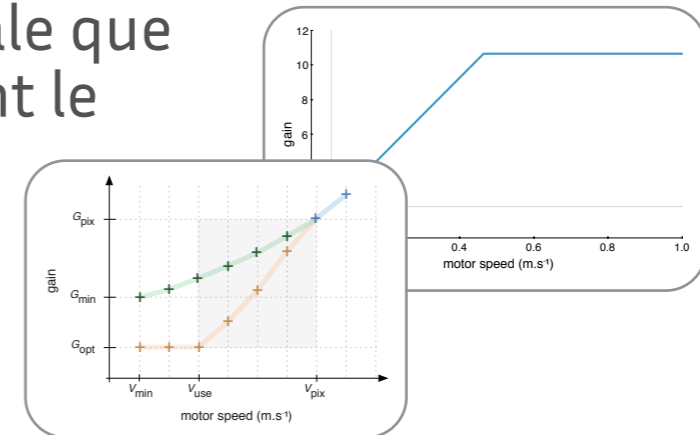
N_1 Les systèmes actuels cachent leur potentiel

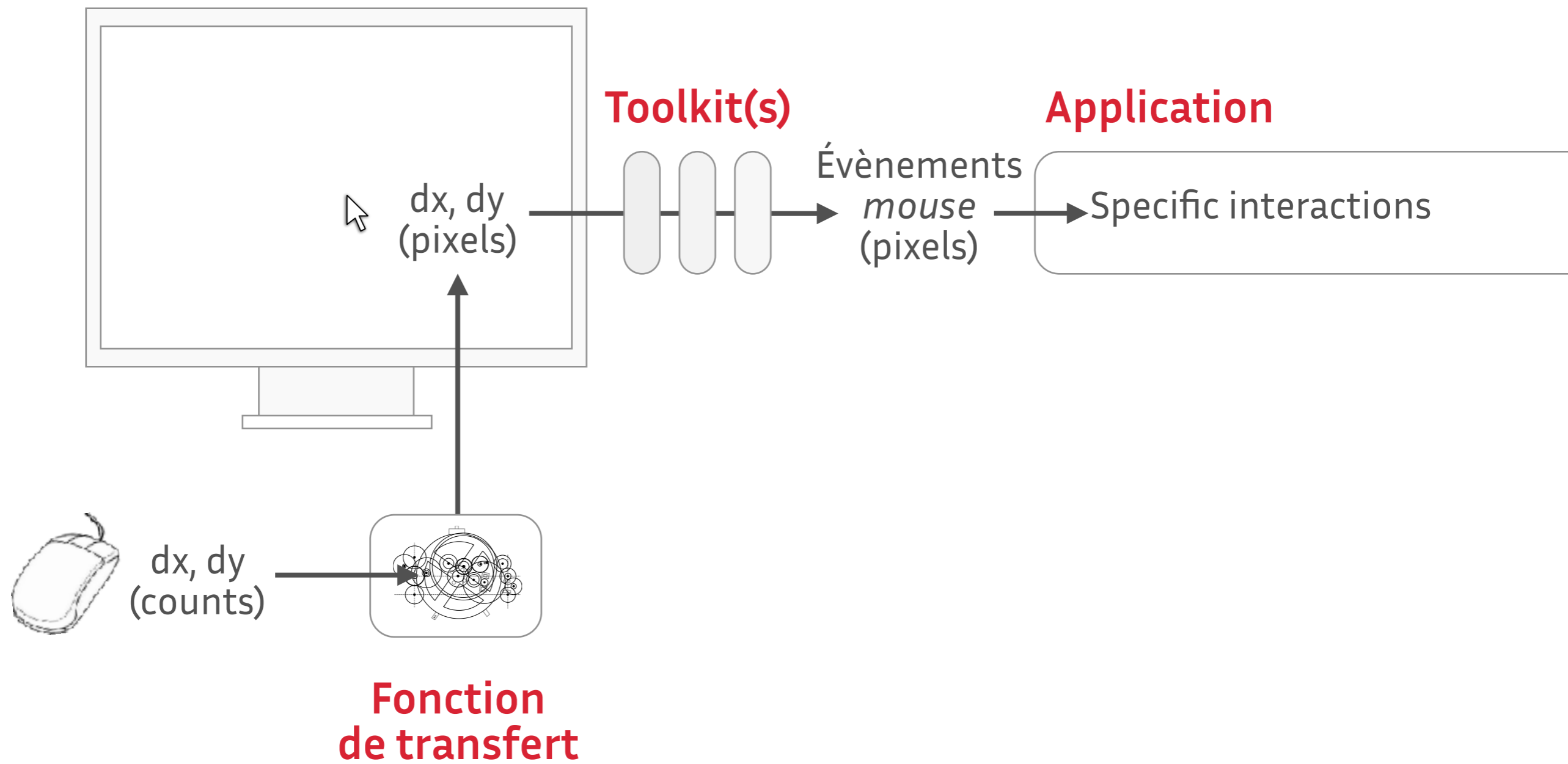
Solution : l'interaction *Subpixel*

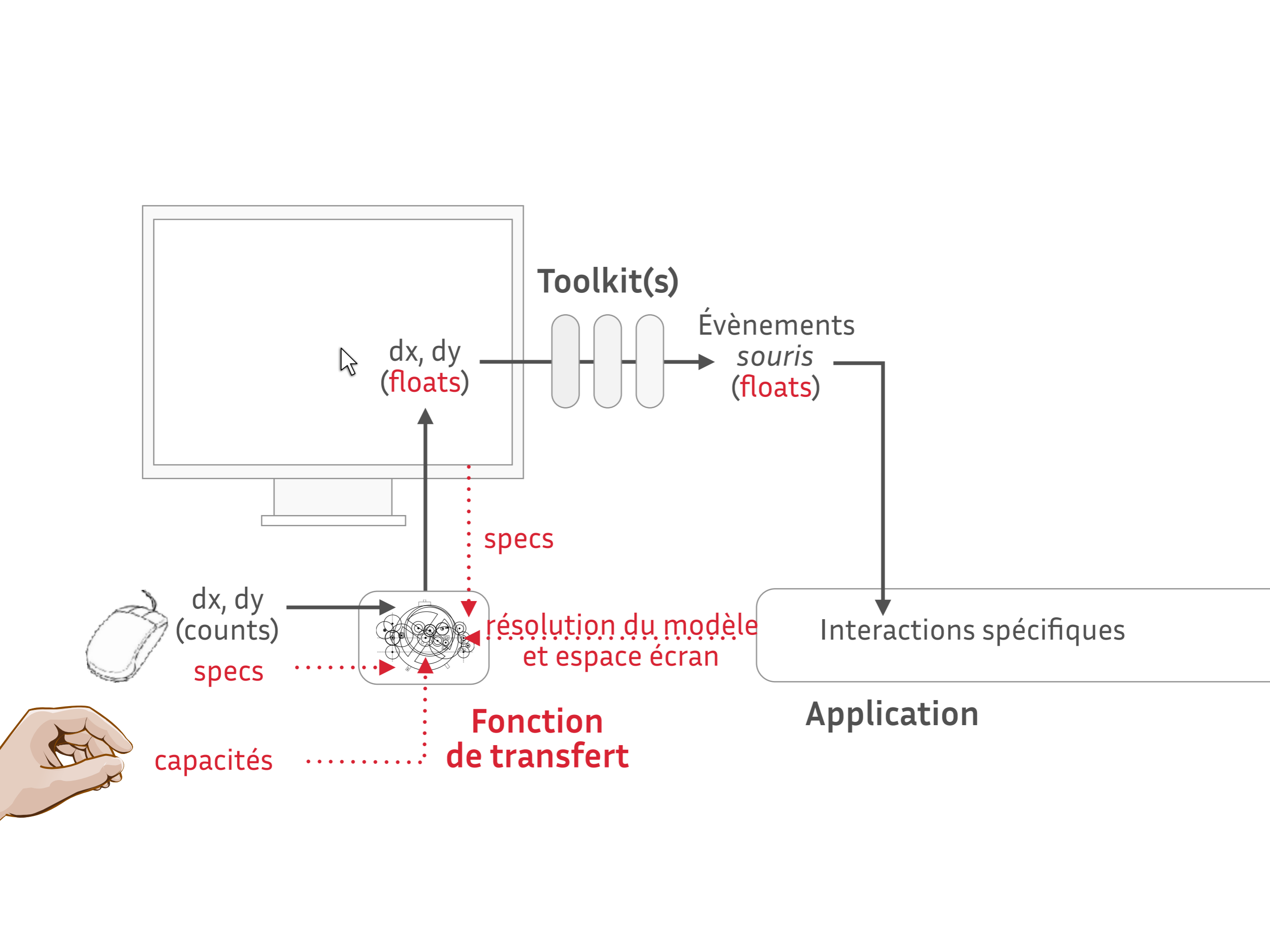


N_1 Les systèmes actuels cachent leur potentiel

N_2 Il y a systématiquement une limite maximale que l'on va pouvoir exploiter, tout en maintenant le comportement habituel du curseur







Giving a Hand to the Eyes

Leveraging Input Accuracy for Subpixel Interaction

Nicolas Roussel¹, Géry Casiez^{1,2,3}, Jonathan Aceituno¹ and Daniel Vogel⁴



¹Inria Lille, ²LIFL & ³University of Lille, France

⁴Cheriton School of Computer Science, University of Waterloo, Canada

Proceedings of UIST 2012

<https://www.youtube.com/watch?v=Cwxyksa7iho>

Giving a Hand to the Eyes

Leveraging Input Accuracy for Subpixel Interaction

Nicolas Roussel¹, Géry Casiez^{1,2,3}, Jonathan Aceituno¹ and Daniel Vogel⁴



¹Inria Lille, ²LIFL & ³University of Lille, France

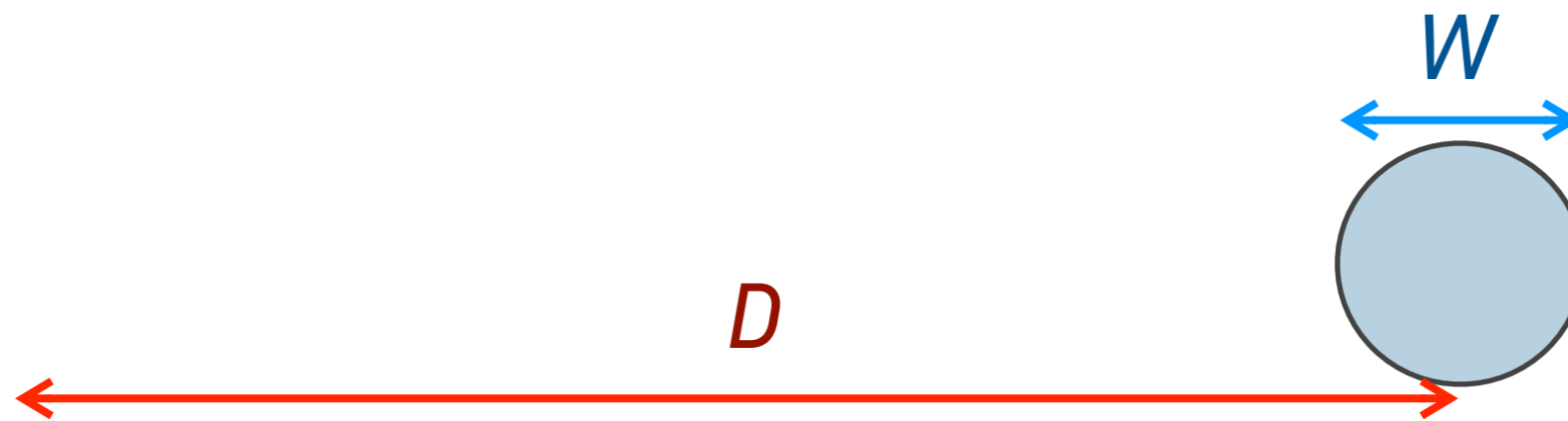
⁴Cheriton School of Computer Science, University of Waterloo, Canada

Proceedings of UIST 2012

<https://www.youtube.com/watch?v=Cwxyksa7iho>

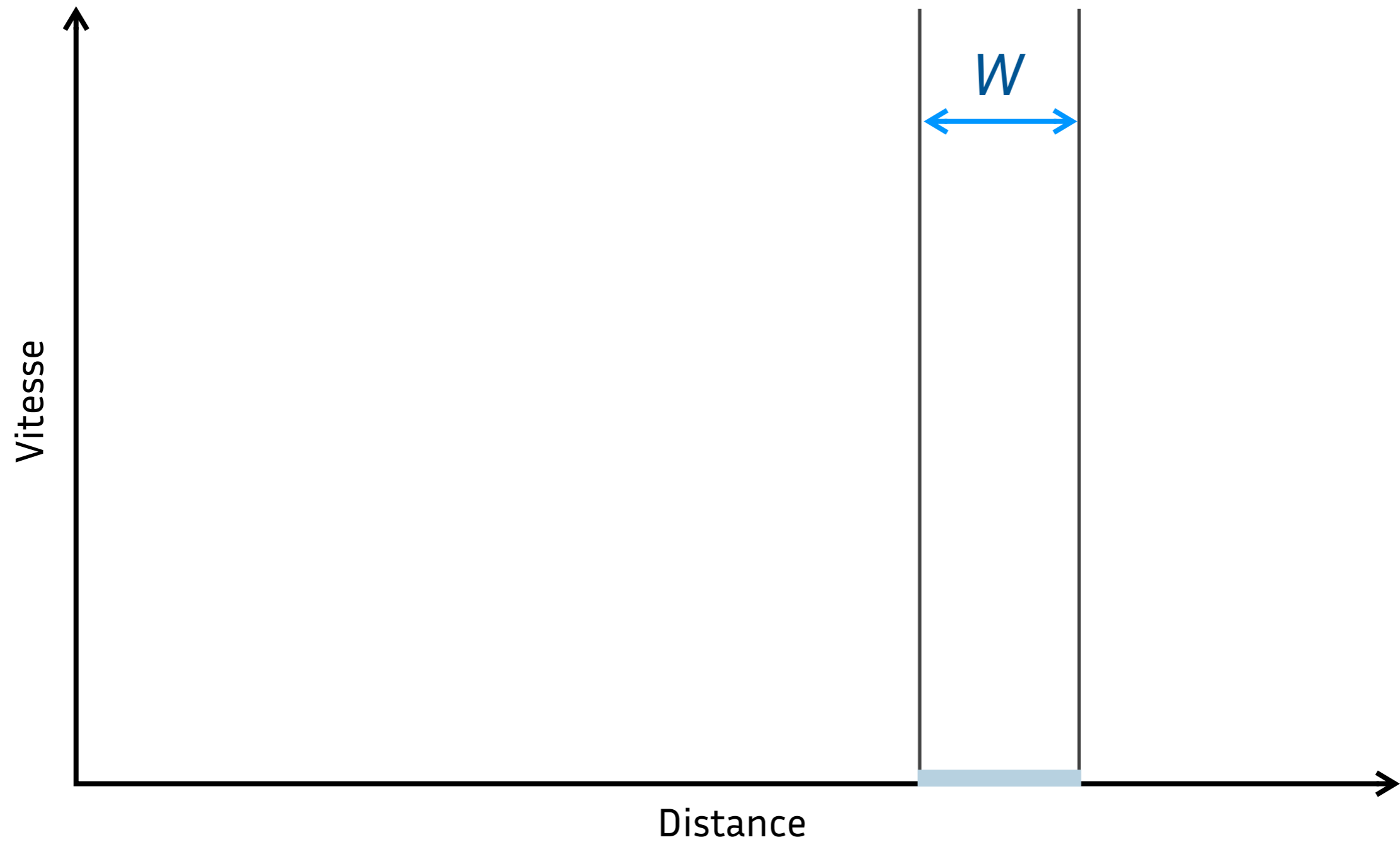
Influence de la distance et largeur de la cible

$$T = a + b \times \log_2 (1 + D / W)$$



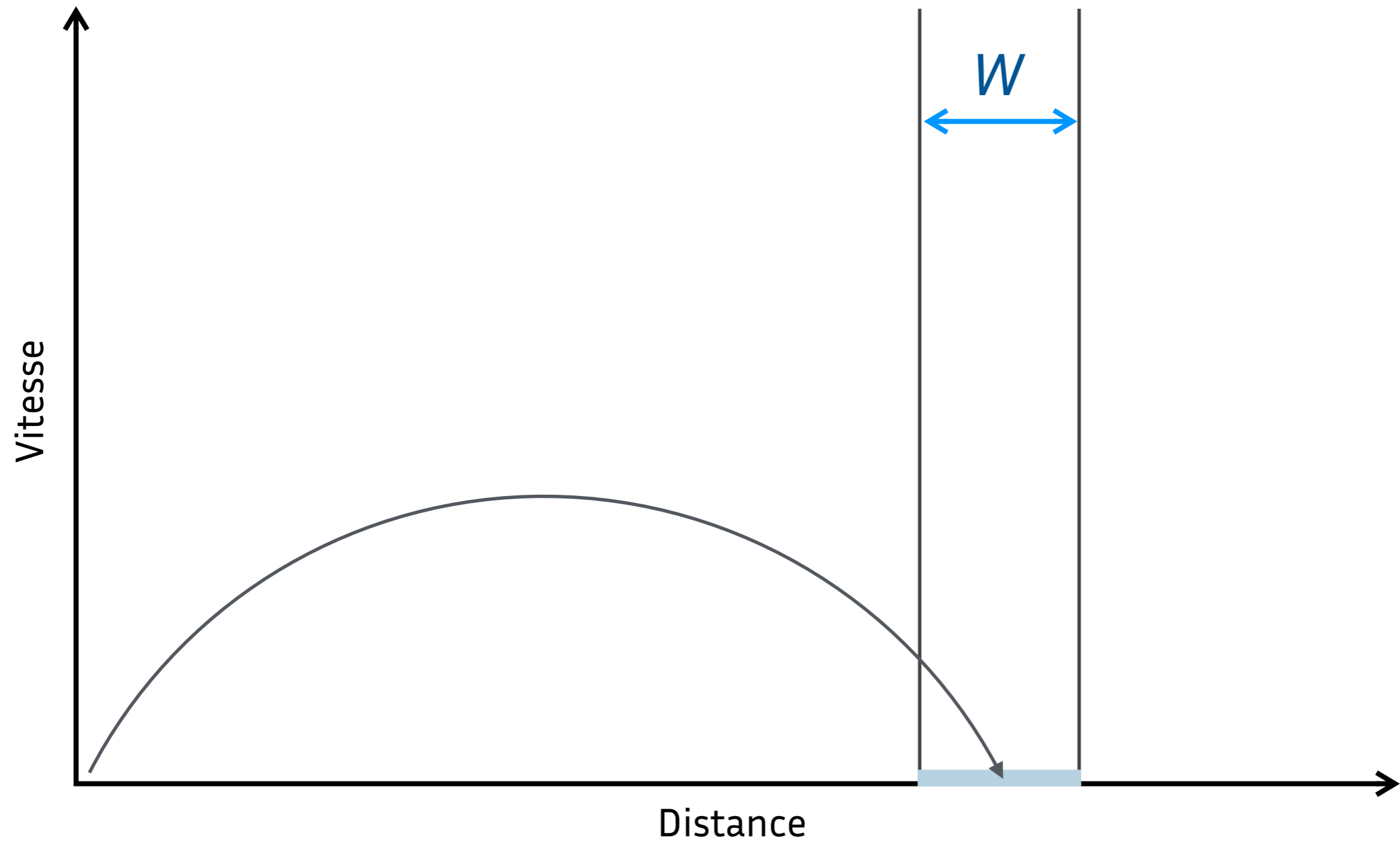
Influence de la distance et largeur de la cible

$$T = a + b \times \log_2 (1 + D / W)$$



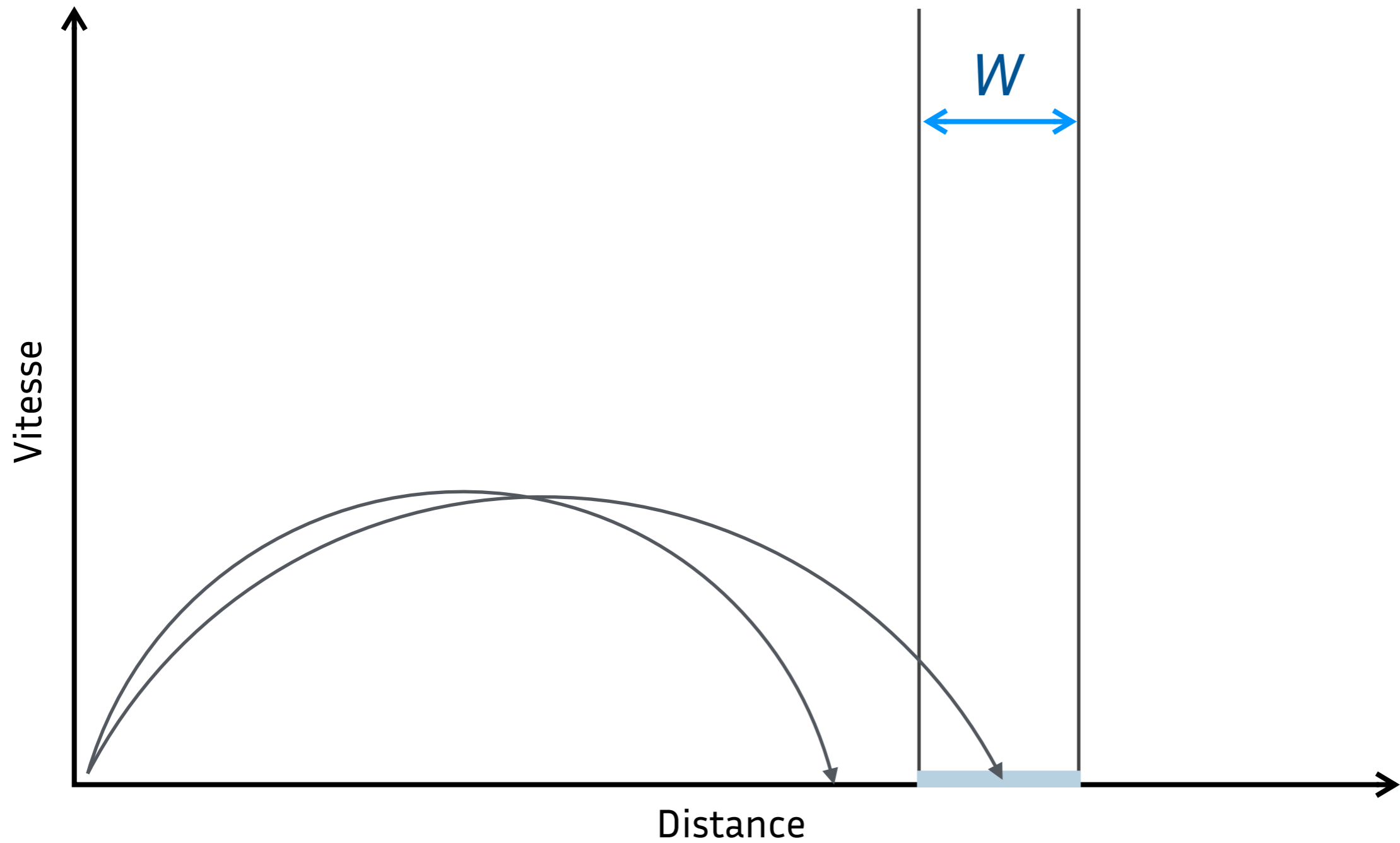
Influence de la distance et largeur de la cible

$$T = a + b \times \log_2 (1 + D / W)$$



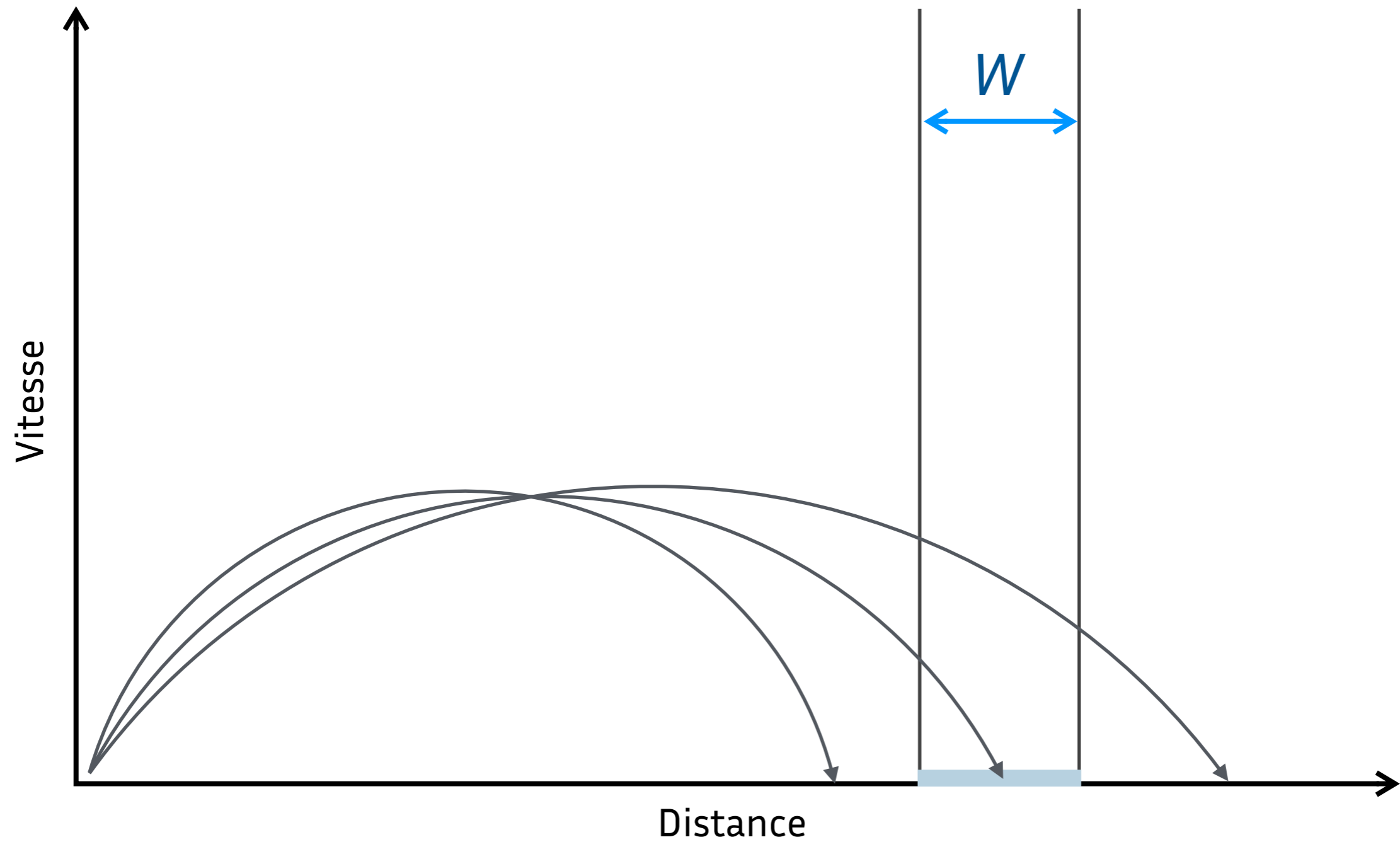
Influence de la distance et largeur de la cible

$$T = a + b \times \log_2 (1 + D / W)$$



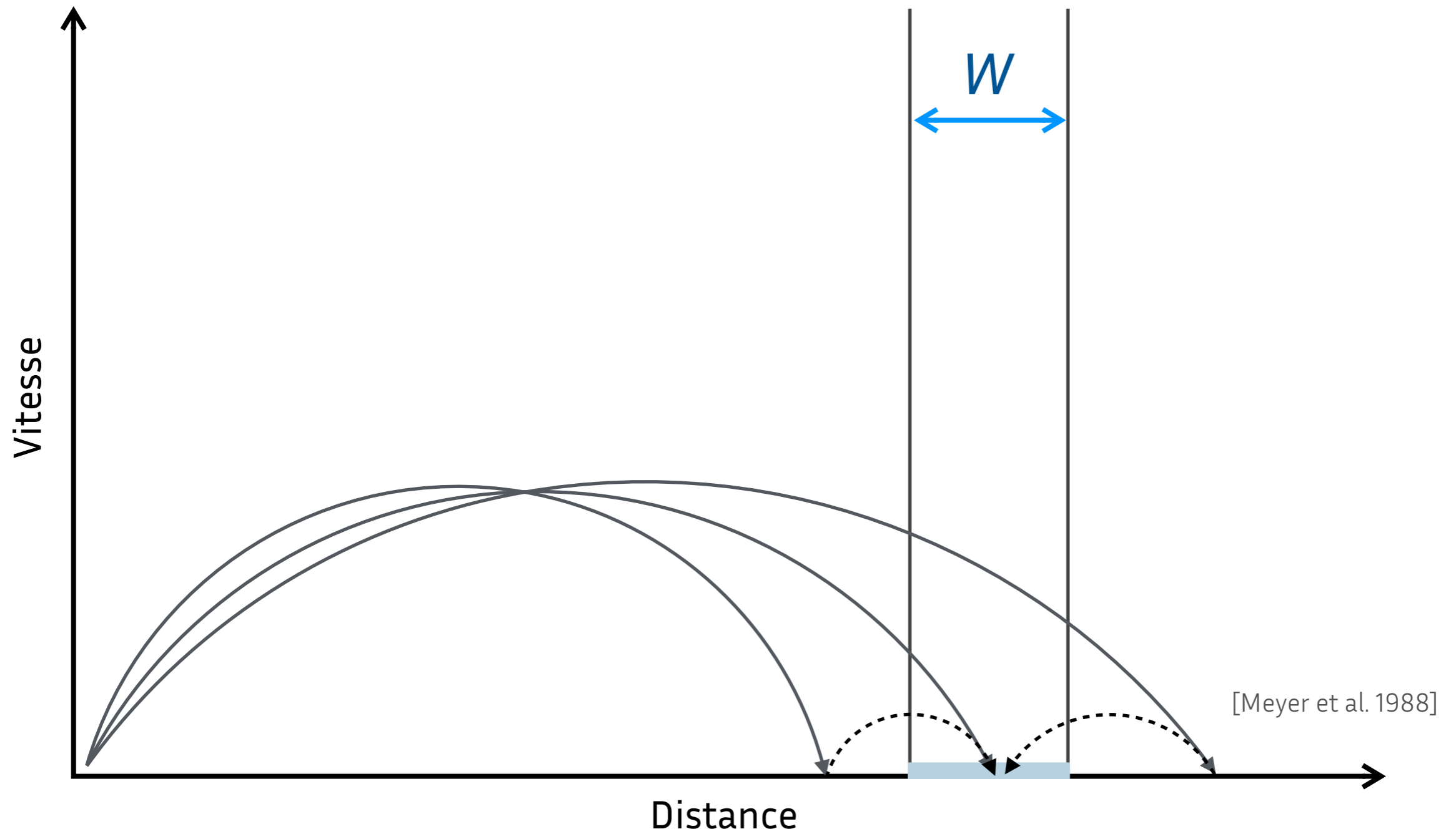
Influence de la distance et largeur de la cible

$$T = a + b \times \log_2 (1 + D / W)$$



Influence de la distance et largeur de la cible

$$T = a + b \times \log_2 (1 + D / W)$$



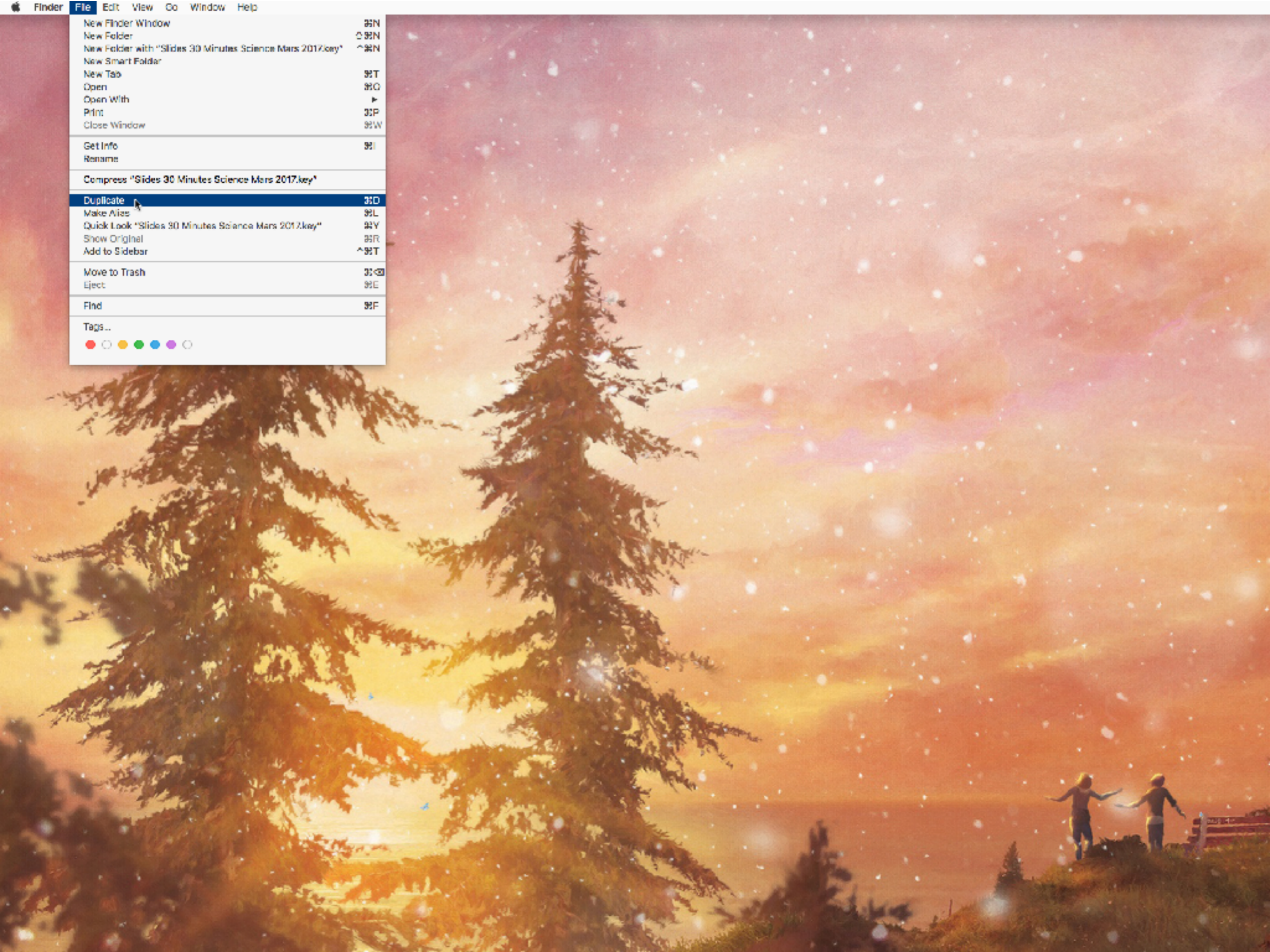
#2 Réduire D

Concevoir des widgets qui minimisent D

Idée simple : rapprocher les cibles du curseur autant que possible

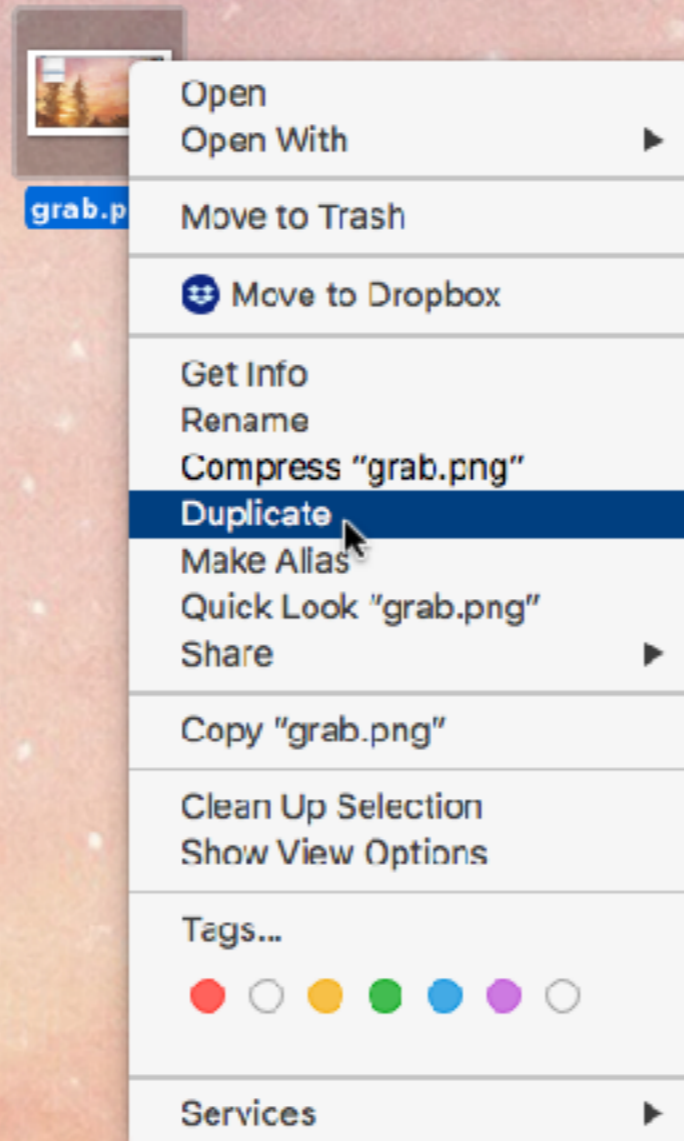
Exemple typique : pop-up menus

New Finder Window	⇧⌘N
New Folder	⇧⌘N
New Folder with "Slides 30 Minutes Science Mars 2017.key"	⇧⌘N
New Smart Folder	
New Tab	⇧⌘T
Open	⇧⌘O
Open With	⇧⌘W
Print	⇧⌘P
Close Window	⇧⌘W
<hr/>	
Get Info	⇧⌘I
Rename	⇧⌘R
<hr/>	
Compress "Slides 30 Minutes Science Mars 2017.key"	
<hr/>	
Duplicate	⇧⌘D
Make Alias	⇧⌘L
Quick Look "Slides 30 Minutes Science Mars 2017.key"	⇧⌘Y
Show Original	⇧⌘R
Add to Sidebar	⇧⌘T
<hr/>	
Move to Trash	⇧⌘⌘
Eject	⇧⌘E
<hr/>	
Find	⇧⌘F
<hr/>	
Tags...	
● ● ● ● ● ●	





- Open
- Open With ▶
- Move to Trash
- 📁 Move to Dropbox
- Get Info
- Rename
- Compress "grab.png"
- Duplicate**
- Make Alias
- Quick Look "grab.png"
- Share ▶
- Copy "grab.png"
- Clean Up Selection
- Show View Options
- Tags...
 - ○ ● ● ● ○
- Services ▶



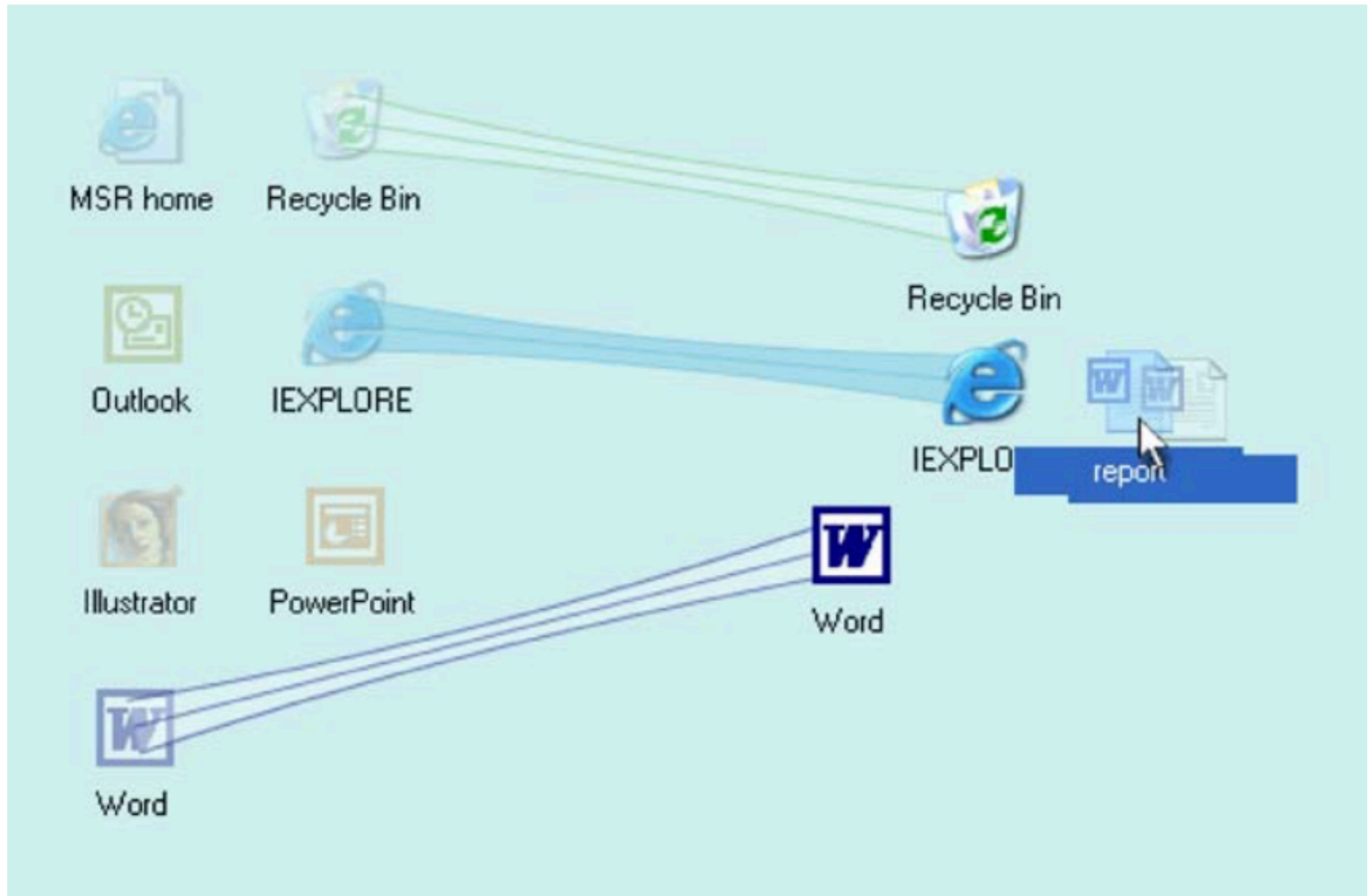
Certains éléments du menu sont situés plus loin du point d'activation que d'autres



Pie menus [Callahan et al., 1988]

Rapprocher ponctuellement les cibles du curseur

Drag-and-pop [Baudisch et al. 2003]



Rapprocher ponctuellement les cibles du curseur

Drag-and-pop [Baudisch et al. 2003]



Rapprocher ponctuellement les cibles du curseur

Drag-and-pop [Baudisch et al. 2003]



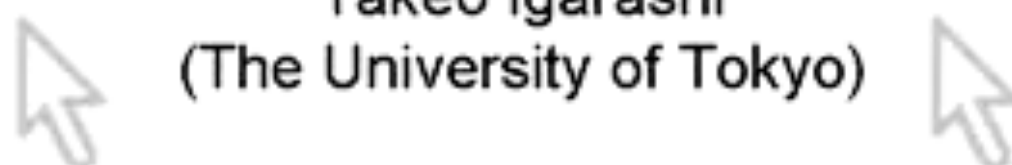
Augmenter le nombre de curseurs

Ninja Cursors [Kobayashi and Igarashi 2008]



Ninja Cursors

Using Multiple Cursors to Assist Target Acquisition on Large Screens



Masatomo Kobayashi
Takeo Igarashi
(The University of Tokyo)

<https://www.youtube.com/watch?v=l0QM-RPL8s>

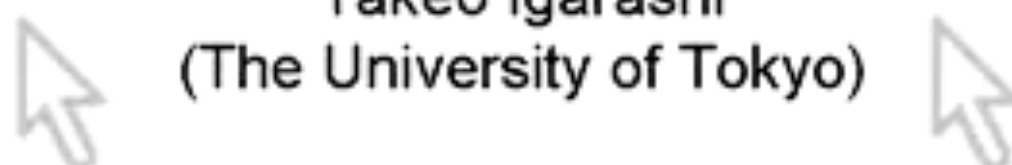
Augmenter le nombre de curseurs

Ninja Cursors [Kobayashi and Igarashi 2008]



Ninja Cursors

Using Multiple Cursors to Assist Target Acquisition on Large Screens

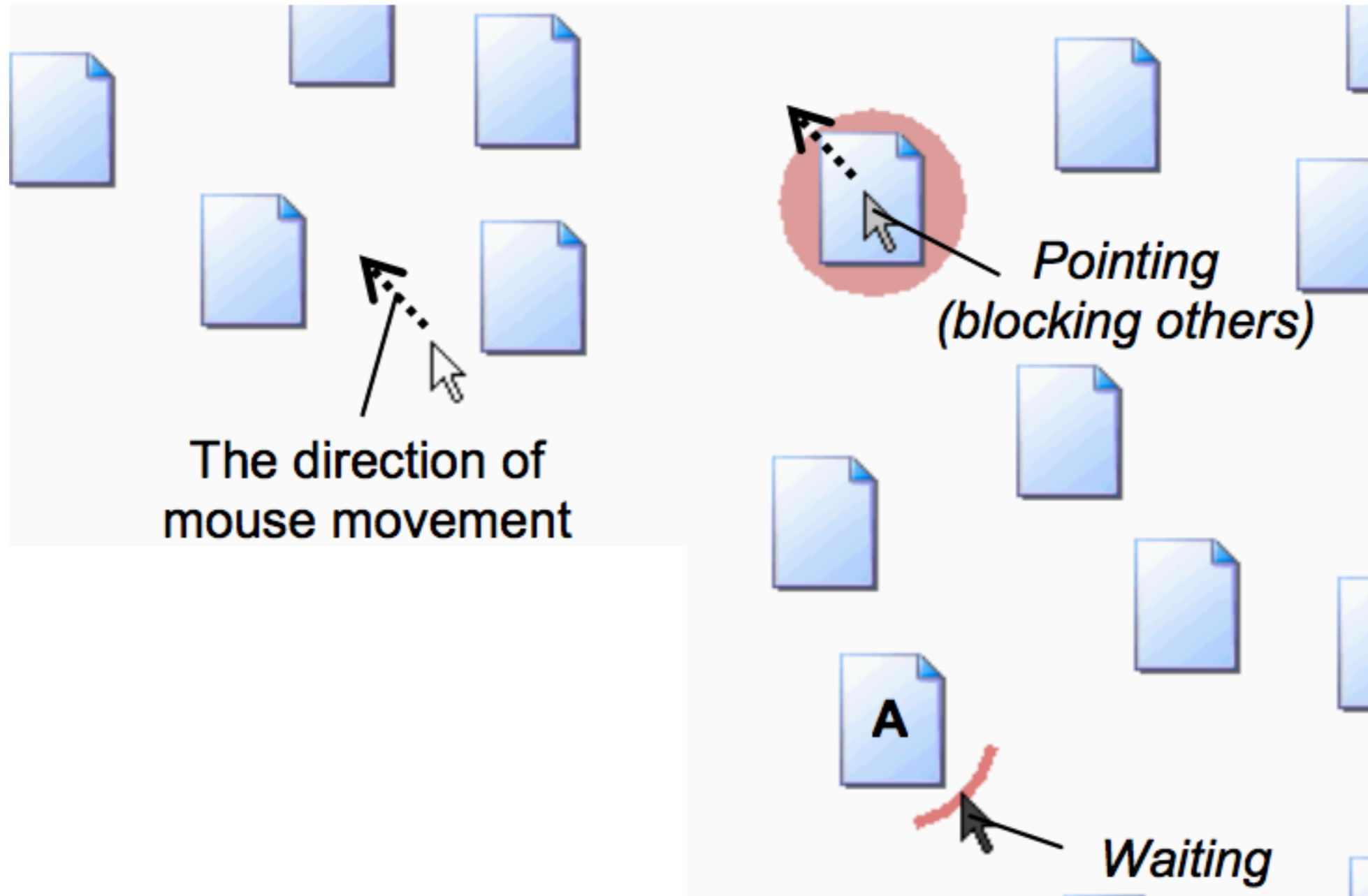


Masatomo Kobayashi
Takeo Igarashi
(The University of Tokyo)

<https://www.youtube.com/watch?v=l0QM-RPL8s>

Augmenter le nombre de curseurs

Ninja Cursors [Kobayashi and Igarashi 2008]



<https://www.youtube.com/watch?v=lOQM-RPL8s>

Permettre de prendre des raccourcis

TorusDesktop [Huot et al. 2011]

**TORUSDESKTOP: Pointing via the Backdoor
is Sometimes Shorter**

Stéphane Huot, Olivier Chapuis and Pierre Dragicevic

Université Paris Sud XI, INRIA & CNRS

CHI 2011

<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1979064>

Permettre de prendre des raccourcis

TorusDesktop [Huot et al. 2011]

**TORUSDESKTOP: Pointing via the Backdoor
is Sometimes Shorter**

Stéphane Huot, Olivier Chapuis and Pierre Dragicevic

Université Paris Sud XI, INRIA & CNRS

CHI 2011

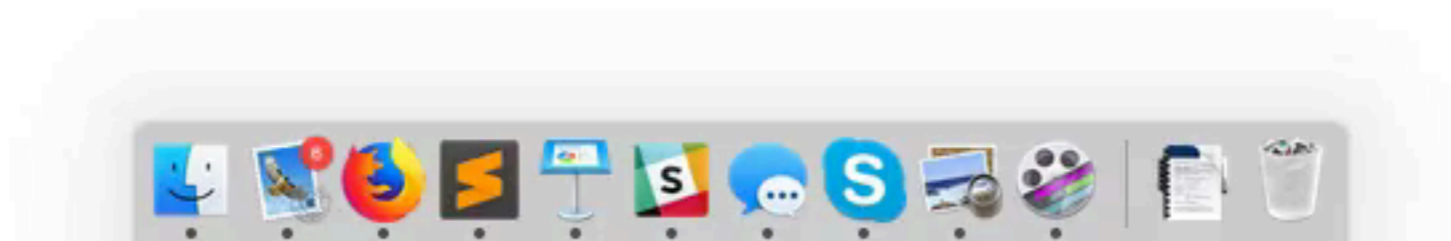
<https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1979064>

#3 Augmenter W

Cibles qui s'agrandissent

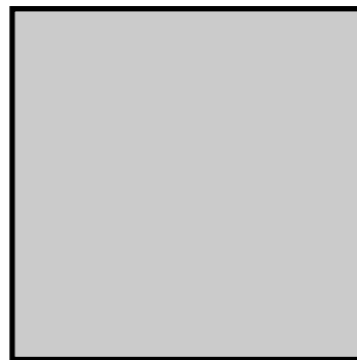
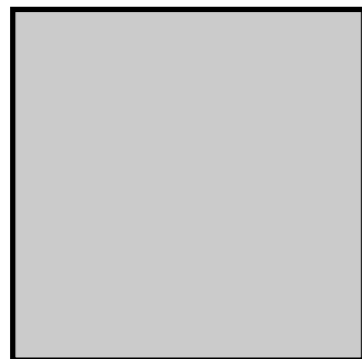
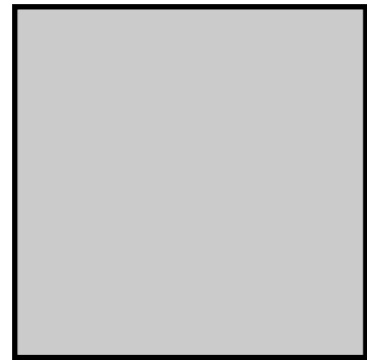


Cibles qui s'agrandissent



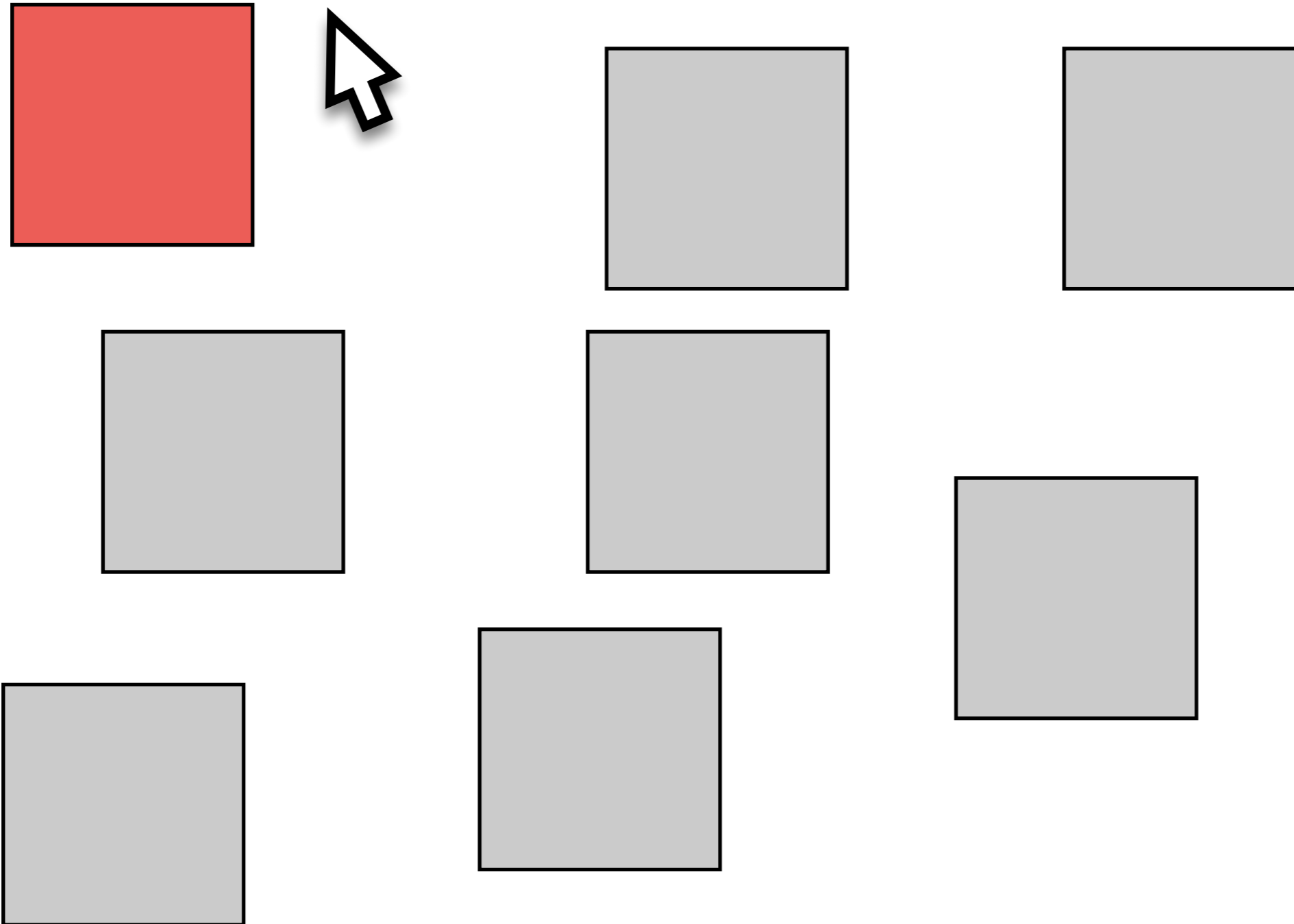
Toujours être en train de sélectionner une cible

Object pointing [Guiard et al. 2004]



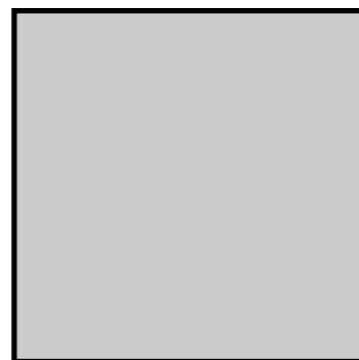
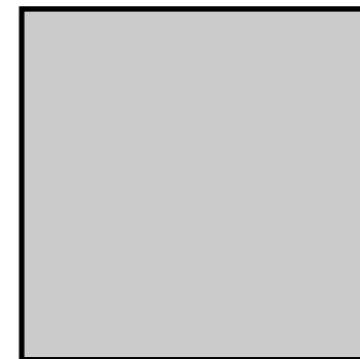
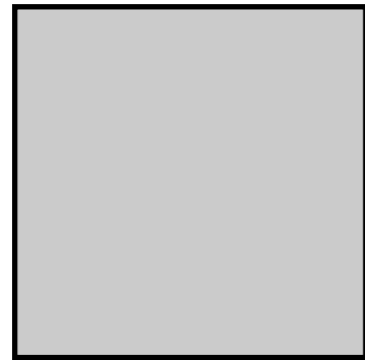
Toujours être en train de sélectionner une cible

Object pointing [Guiard et al. 2004]



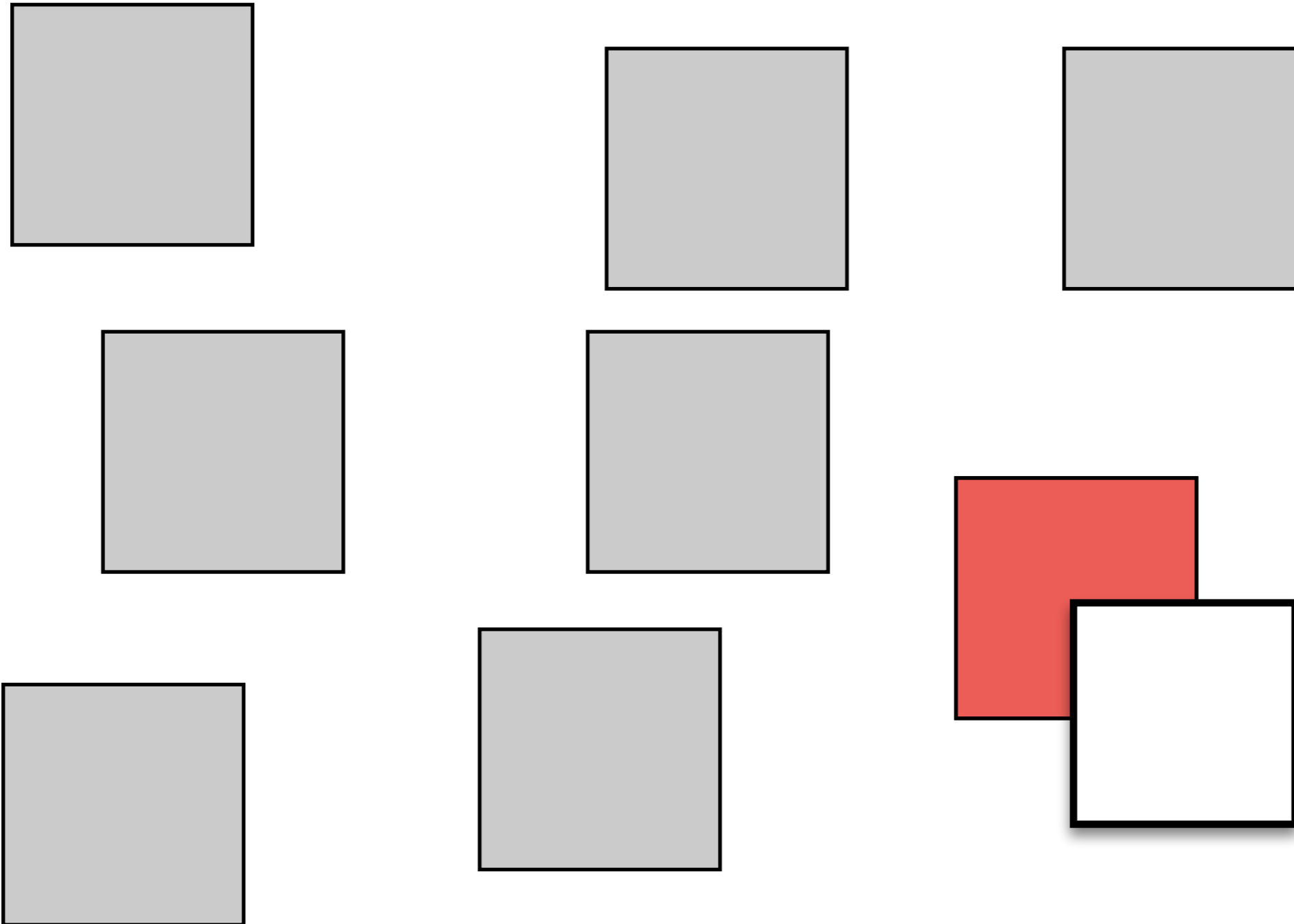
Curseur surface

Area cursor [Kabbash and Buxton 1995] [Worden et al. 1997]



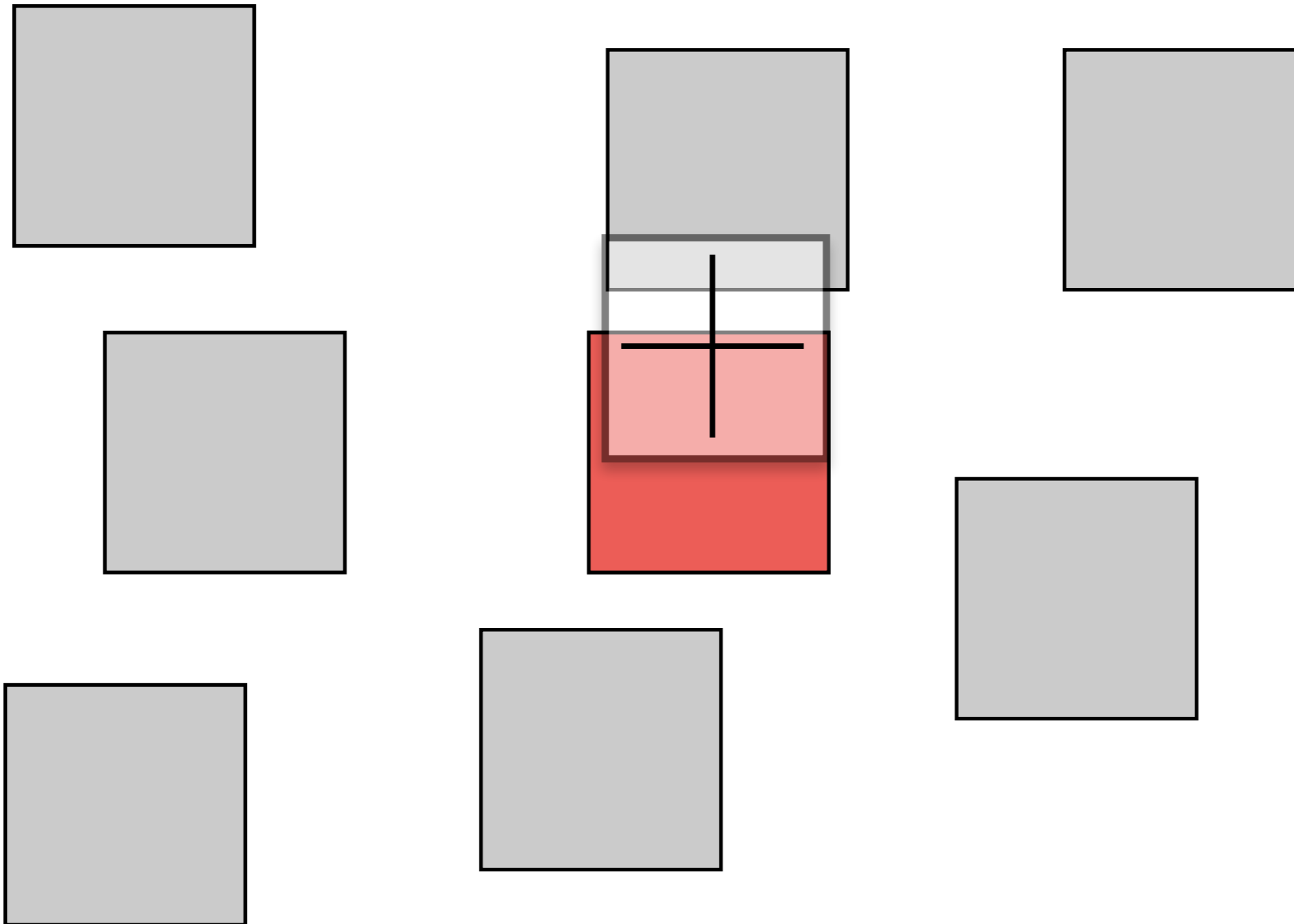
Curseur *surface*

Area cursor [Kabbash and Buxton 1995] [Worden et al. 1997]

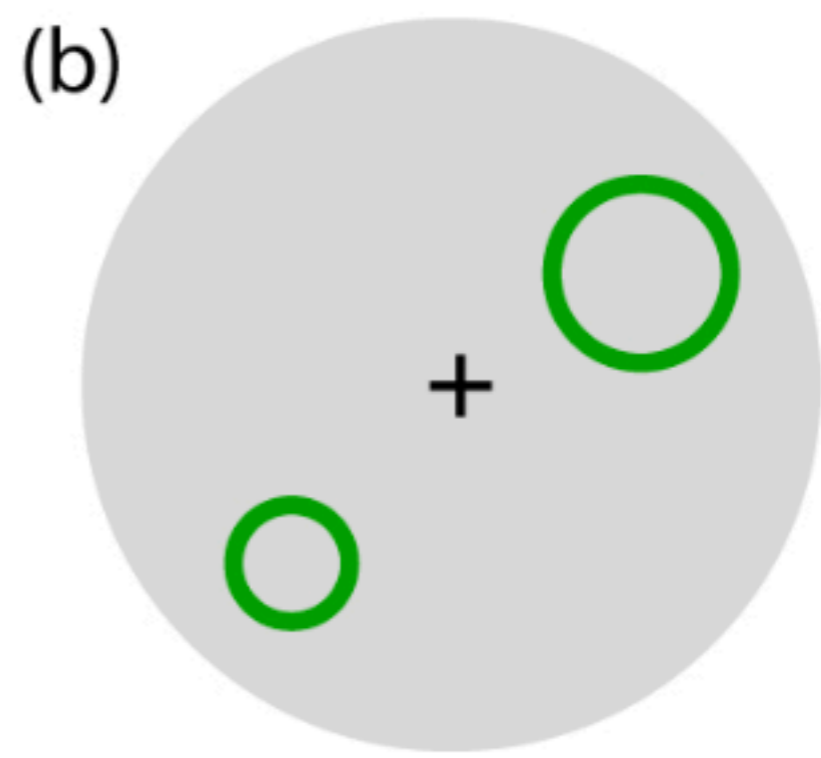
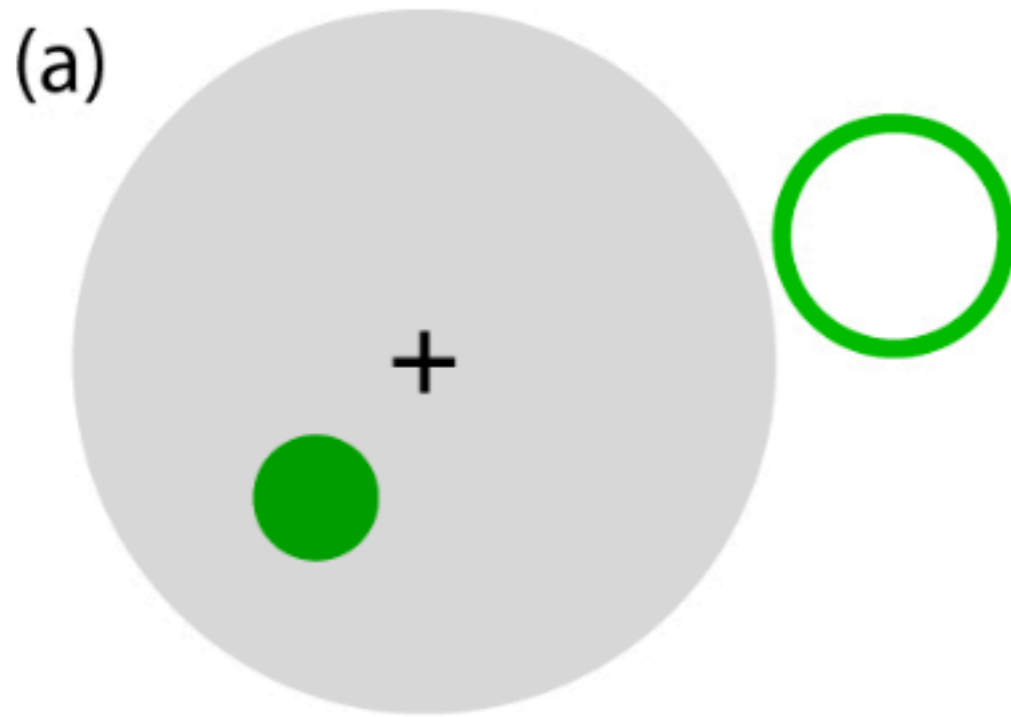


Curseur *surface*

Area cursor [Kabbash and Buxton 1995] [Worden et al. 1997]

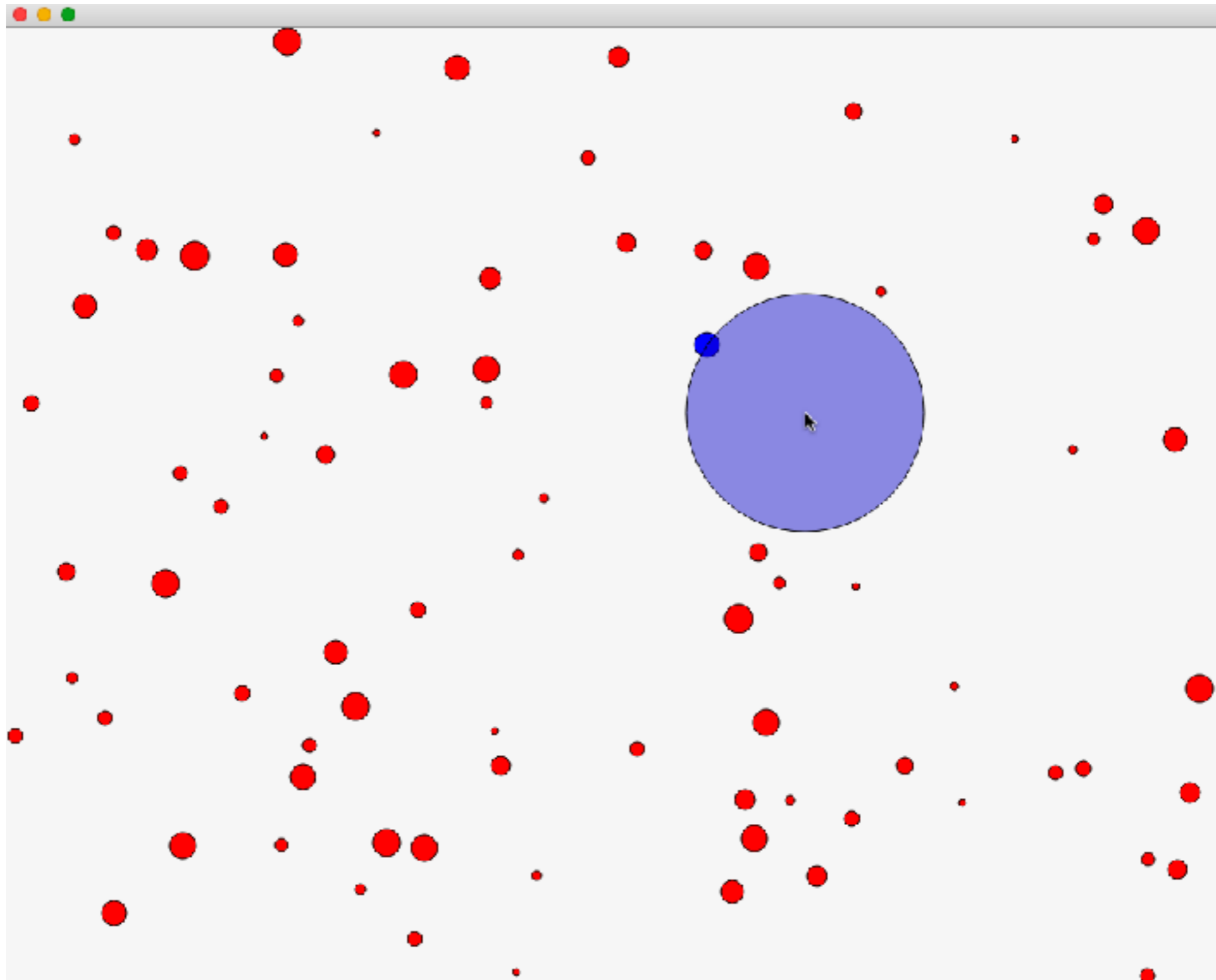


Problème avec les curseurs surfaces



Curseur *surface adaptatif*

BubbleCursor [Grossman and Balakrishnan 2005]



Curseur surface adaptatif

BubbleCursor [Grossman and Balakrishnan 2005]

The Bubble Cursor: Enhancing Target Acquisition by Dynamic Resizing of the Cursor's Activation Area

Tovi Grossman

Ravin Balakrishnan

Dynamic Graphics Project Lab
Department of Computer Science
University of Toronto
www.dgp.toronto.edu

https://www.youtube.com/watch?v=JUBXkD_8ZeQ

Curseur surface adaptatif

BubbleCursor [Grossman and Balakrishnan 2005]

The Bubble Cursor: Enhancing Target Acquisition by Dynamic Resizing of the Cursor's Activation Area

Tovi Grossman

Ravin Balakrishnan

Dynamic Graphics Project Lab
Department of Computer Science
University of Toronto
www.dgp.toronto.edu

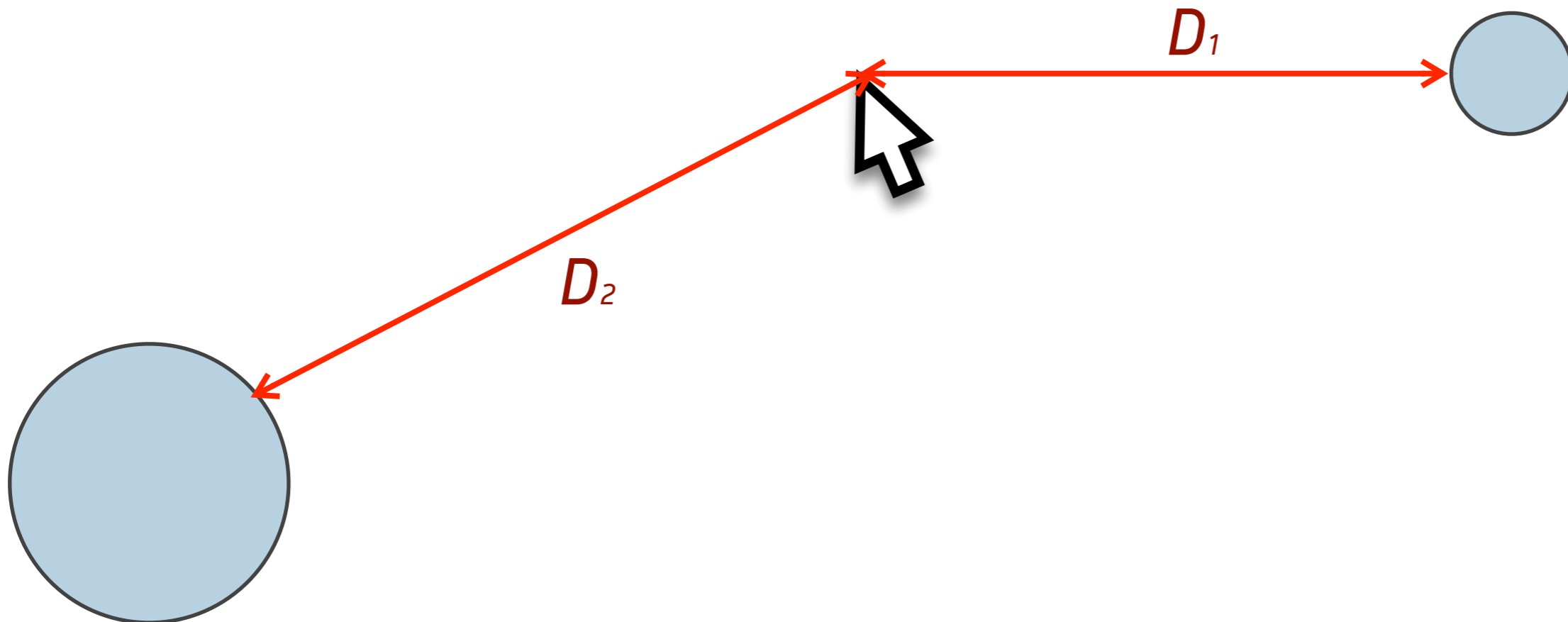
https://www.youtube.com/watch?v=JUBXkD_8ZeQ

Bubble cursor simplifié

À coder en TP juste après !!!

Bubble cursor basé sur la distance au bord de la cible

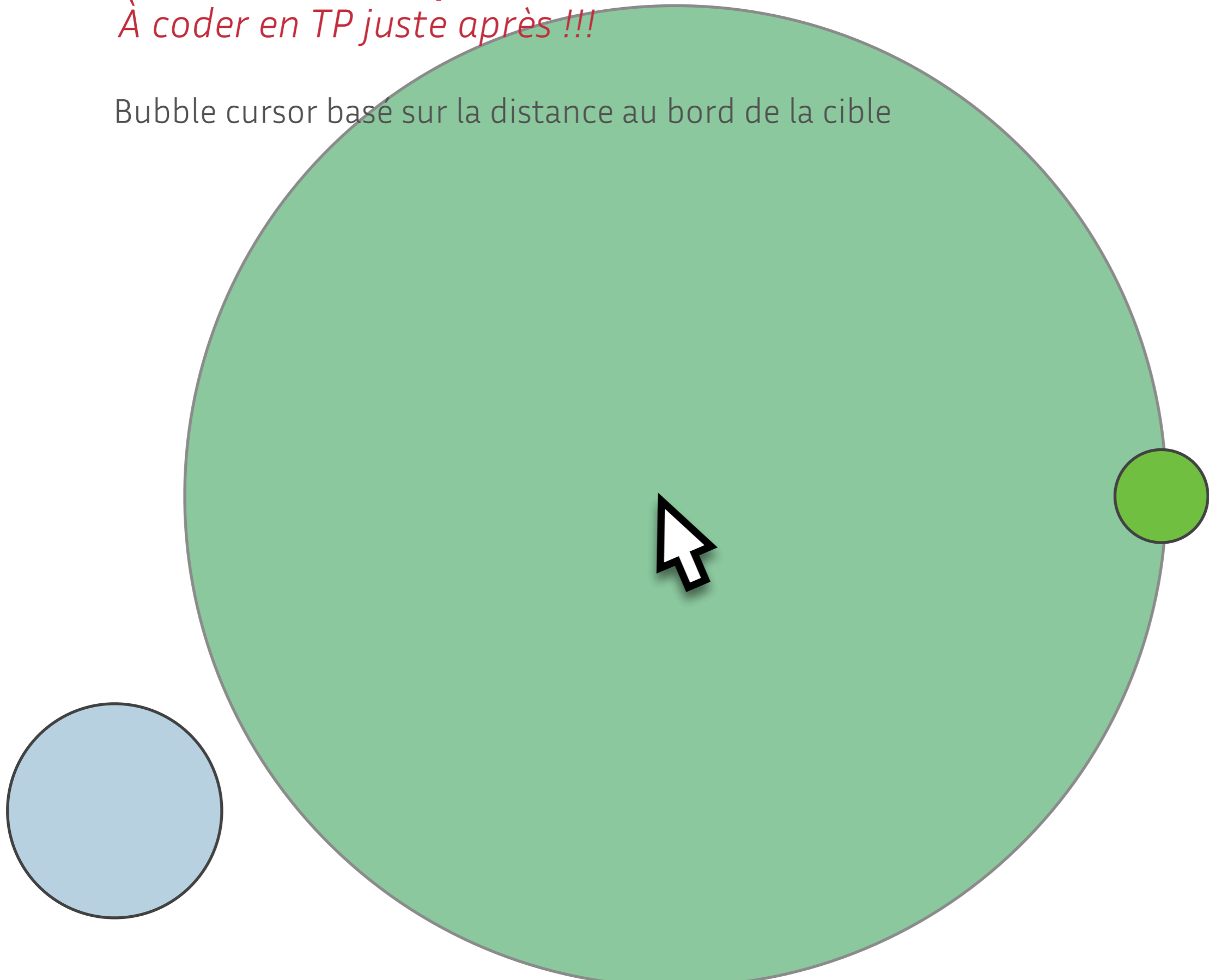
- ▶ Bulle de rayon distance entre le curseur et le centre de la cible
- ▶ Highlight de la cible par changement de couleur
- ▶ Mise à jour de la dimension de la bulle en continu



Bubble cursor simplifié

À coder en TP juste après !!!

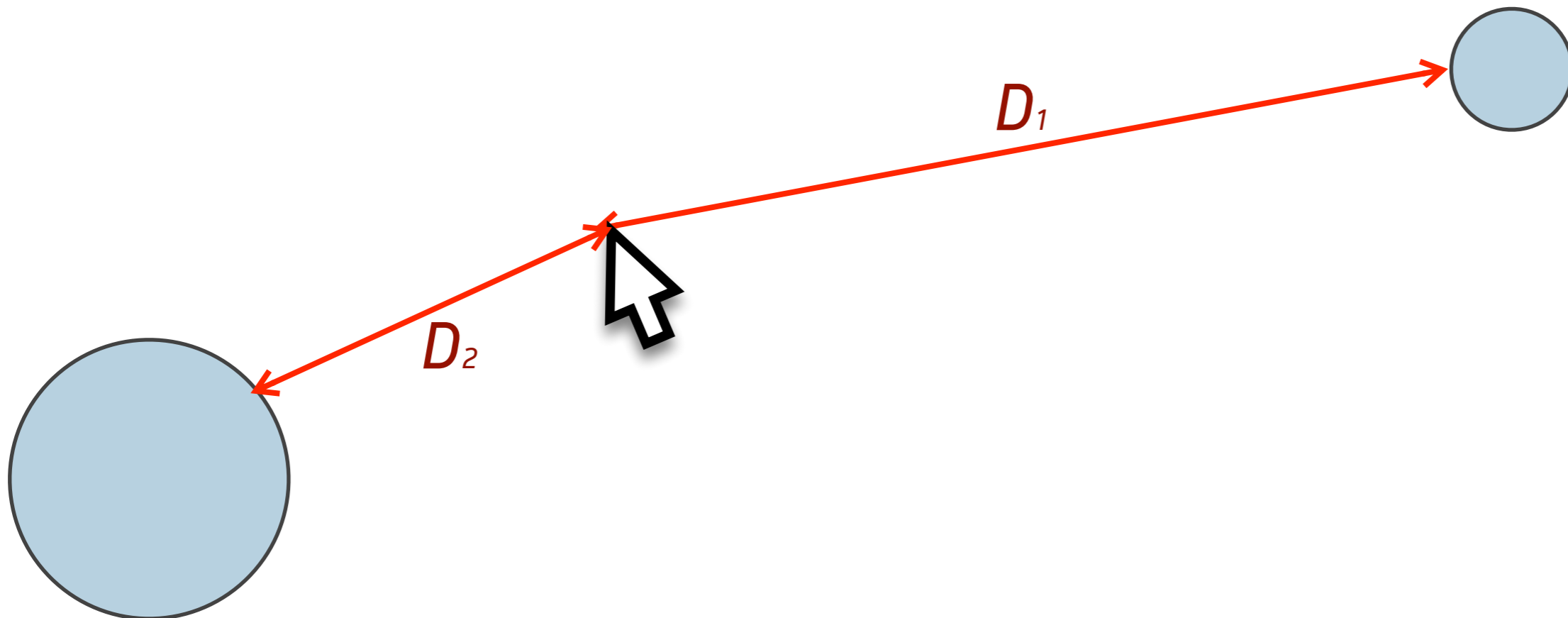
Bubble cursor basé sur la distance au bord de la cible



Bubble cursor simplifié

À coder en TP juste après !!!

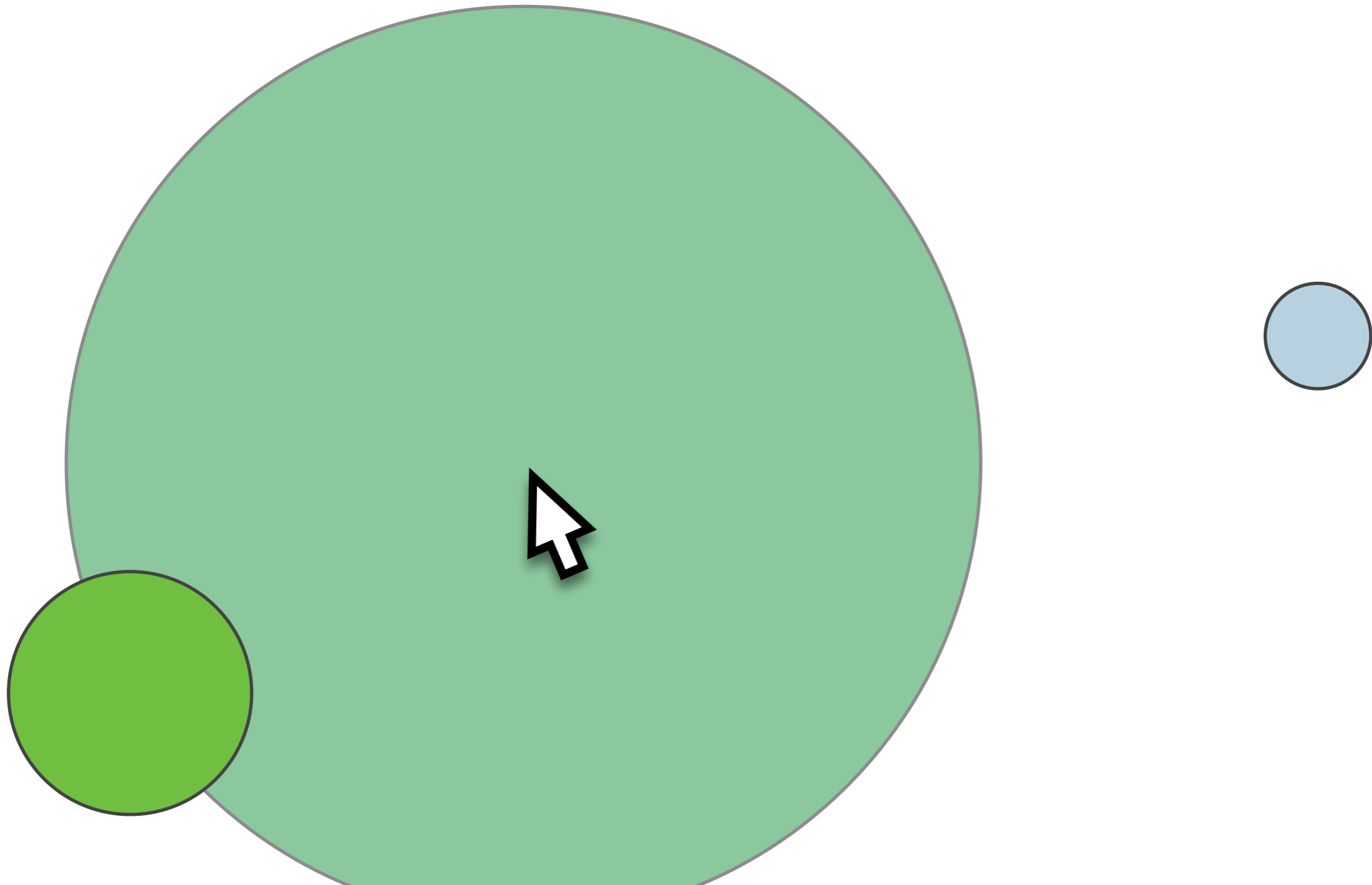
Bubble cursor basé sur la distance au bord de la cible

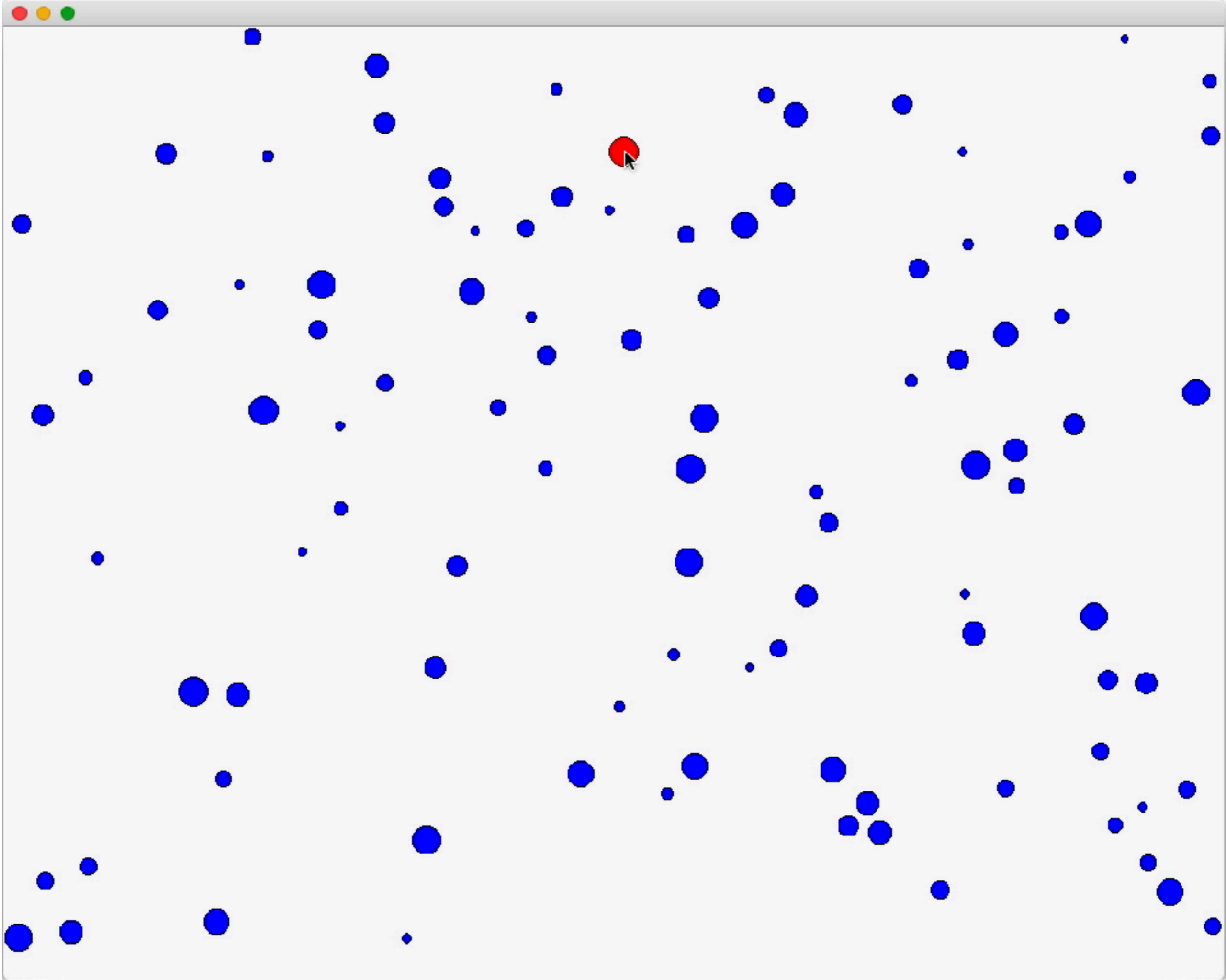


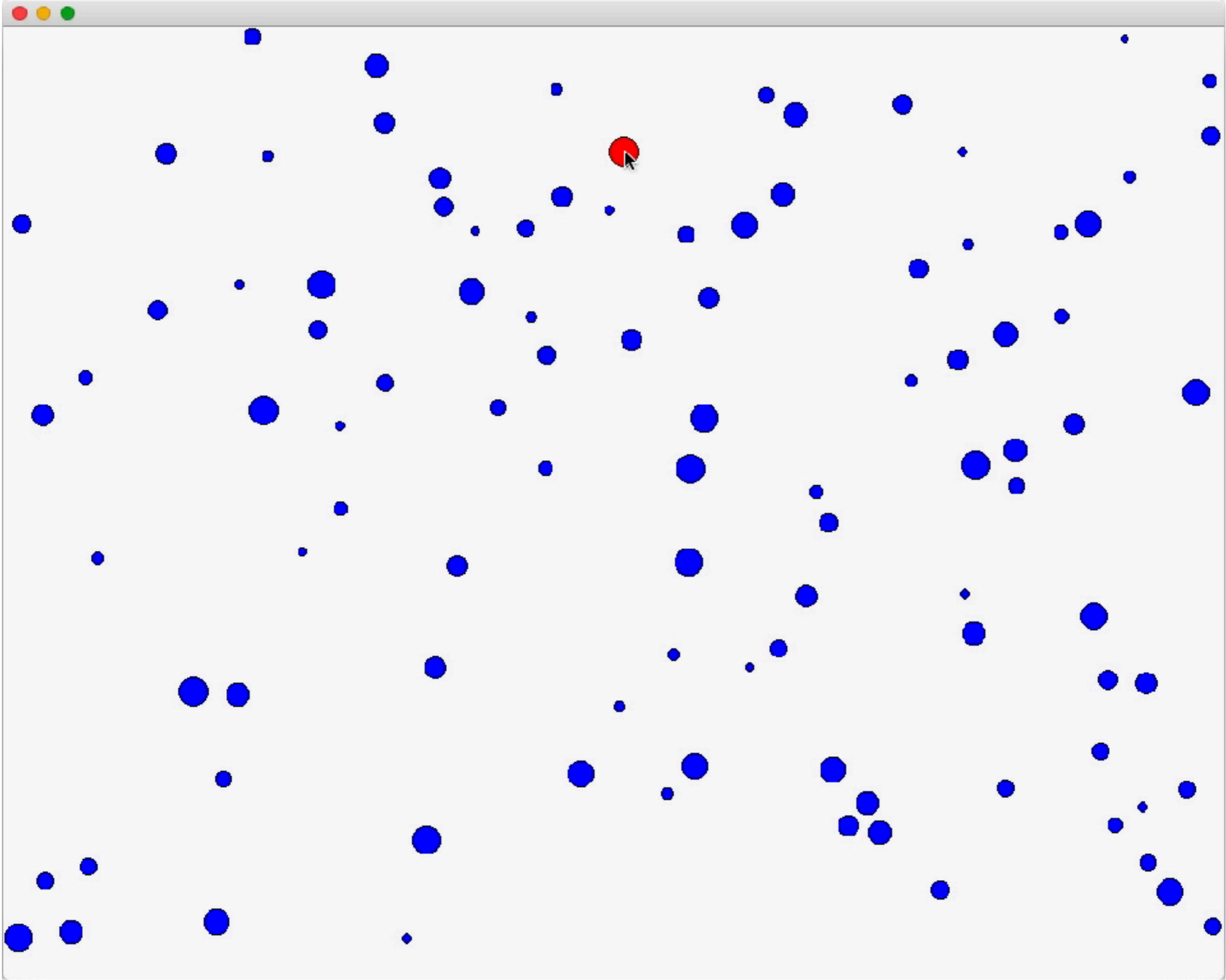
Bubble cursor simplifié

À coder en TP juste après !!!

Bubble cursor basé sur la distance au bord de la cible



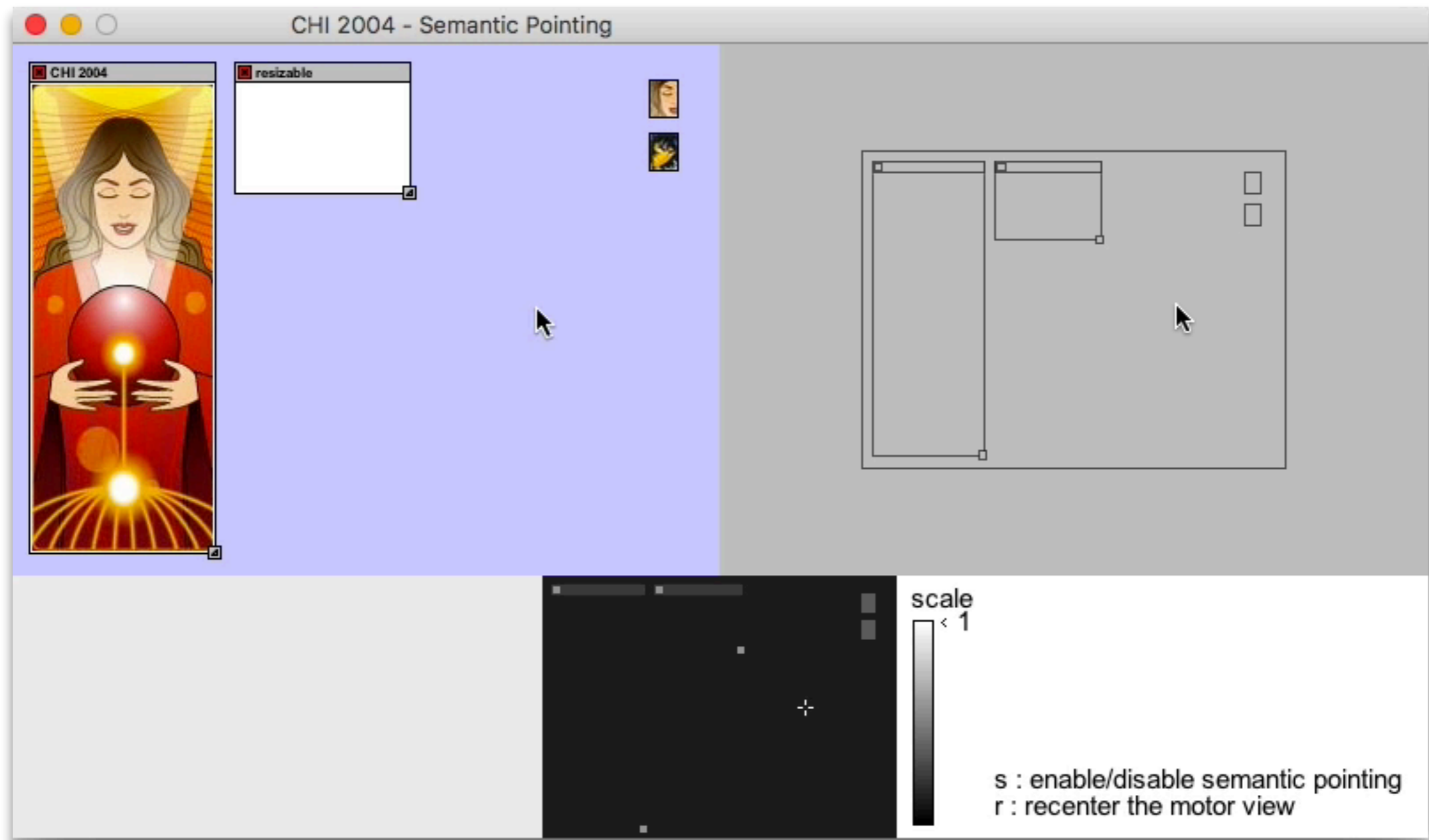




#4 Réduire D **et** augmenter W

Adapter la fonction de transfert dynamiquement

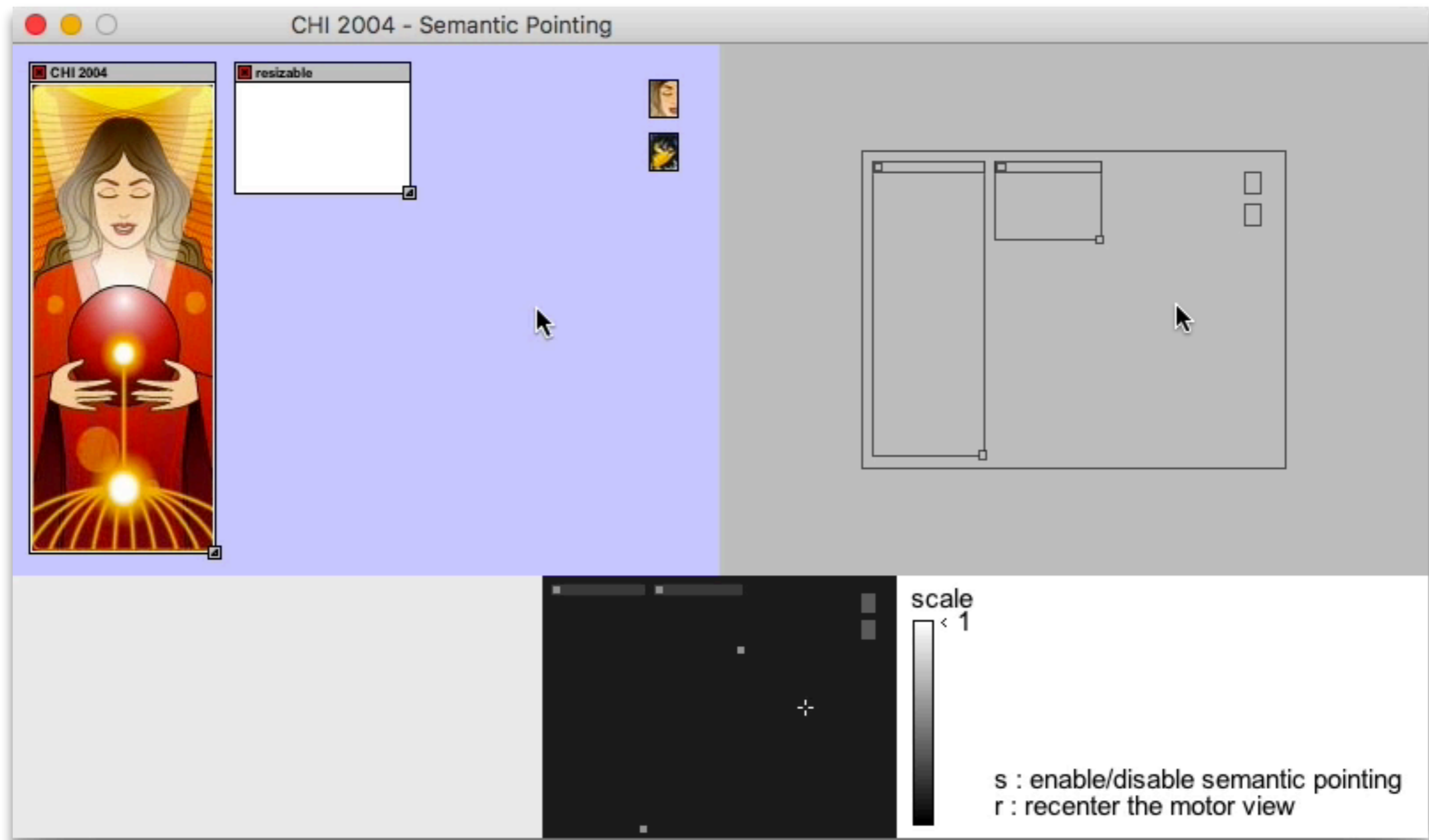
Semantic Pointing [Blanch et al. 2004]



<http://iihm.imag.fr/blanch/projects/semantic-pointing/>

Adapter la fonction de transfert dynamiquement

Semantic Pointing [Blanch et al. 2004]



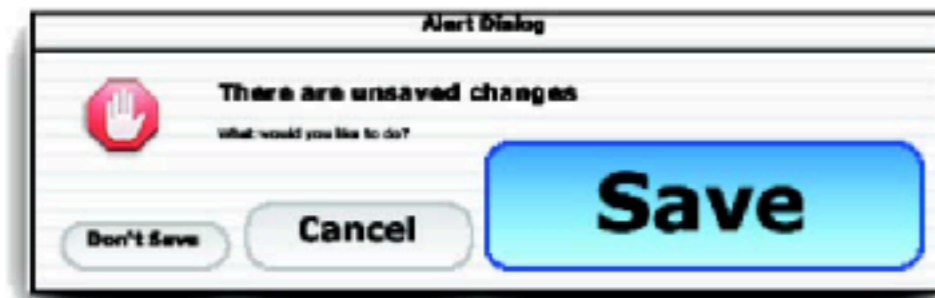
<http://iihm.imag.fr/blanch/projects/semantic-pointing/>

Adapter la fonction de transfert dynamiquement

Semantic Pointing [Blanch et al. 2004]



(a)



(b)



(c)



(d)



(f)

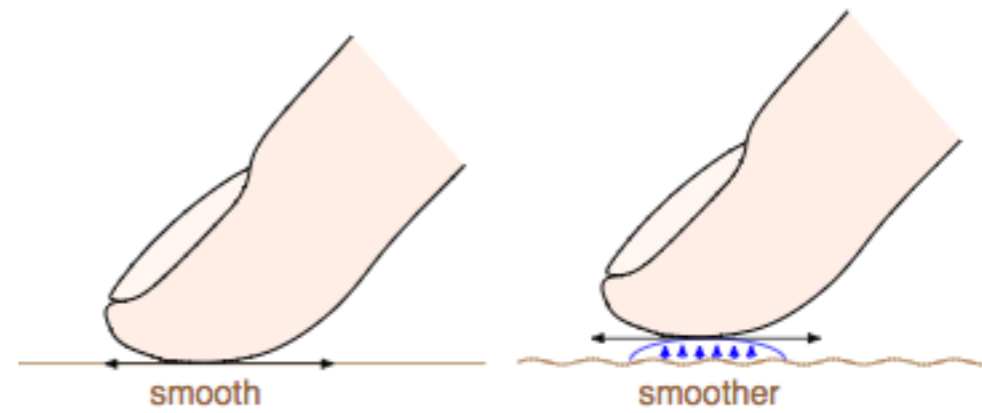


(g)

#5 Facilitation à l'aide d'un retour haptique

Retour haptique

Surfpad [Casiez et al. 2011]



Retour haptique

Surfpad [Casiez et al. 2011]

STIMTAC, a tactile input device with programmable friction

Michel Amberg^{1,3,4}, Frédéric Giraud^{1,3,4}, Betty Semail^{1,3,4},
Paolo Olivo⁴, Géry Casiez^{2,3,4} & Nicolas Roussel⁴



¹L2EP, ²LIFL, ³University of Lille & ⁴INRIA Lille, France

michel.amberg@univ-lille1.fr, frederic.giraud@polytech-lille.fr, betty.semail@polytech-lille.fr,
paolo.olivo@inria.fr, gery.casiez@lifl.fr, nicolas.roussel@inria.fr

<https://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2046396.2046401>