

# **Consciousness and Cognition, 19 (2010)**

## **Action blindness in response to gradual changes**

Bruno Berberian\*, Stephanie Chambaron-Ginhac, Axel Cleeremans

Unité de Recherche “Conscience, Cognition & Computation”, Université Libre de Bruxelles – CP  
191, Avenue, F.D. Roosevelt, 50, B – 1050 Bruxelles, Belgium

### **Abstract**

The goal of this study is to characterize observers' abilities to detect gradual changes and to explore putative dissociations between conscious experience of change and behavioral adaptation to a changing stimulus. We developed a new experimental paradigm in which, on each trial, participants were shown a dot pattern on the screen. Next, the pattern disappeared and participants had to reproduce it. In some conditions, the target pattern was incrementally rotated over successive trials and participants were either informed or not of this change. We analyzed both awareness of the changes and the dynamics of behavioral adaptation, in a way that makes it possible to assess both variability and accuracy as they change over time. Results indicate a dissociation between change awareness and behavioral adaptation to the changes, and support the notion that unconscious representations of visual stimuli are more precise and detailed than previously suggested. We discuss the implications of these results for theories of change detection.

### **Резюме**

Цель данного исследования — охарактеризовать способность испытуемых определять постепенные изменения и установить определенную диссоциацию между способностью осознавать изменение стимулов и поведенческой адаптацией к этим изменениям. Мы использовали новую экспериментальную парадигму, в соответствии с которой в каждой пробе испытуемым предъявлялся экран, состоящий из графика точек. В дальнейшем точки исчезали, и задача испытуемых заключалась в том, чтобы их воспроизвести. В некоторых условиях экран поворачивался от пробы к пробе, и испытуемых либо предупреждали об этих изменениях, либо нет. Мы анализировали как осознание изменений, так и динамику в адаптации поведения, измеряя точность и изменчивость в действиях испытуемых. Результаты показывают, что диссоциация между способностью осознать изменение стимулов и поведенческой адаптацией к этим изменениям существует, подтверждая тот факт, что неосознанные репрезентации визуальных стимулов могут быть более точными и детальными, чем это утверждалось ранее. Смысл этих результатов для теории обнаружения изменений обсуждается в данной статье.

**\* Corresponding author. Fax: +322 650 22 09.**

**E-mail address: [bruno.berberian@onera.fr](mailto:bruno.berberian@onera.fr) (B. Berberian).**

## Введение

Способность опознавать изменения связана с пониманием изменений окружающего нас мира. В том плане, что изменения в мире происходят постоянно, данная способность является важным навыком для повседневной жизни. Тем не менее последние экспериментальные исследования показывают, что люди не всегда способны установить, изменился ли предмет или нет; феномен, который получил название «слепота к изменениям» (*change blindness*). Это «неспособность обнаружить изменение визуальных стимулов, даже если данные изменения повторяющиеся и ожидаемые» (Simons & Levin, 1998, 2003; Rensink, 2000, 2002). В контексте данного феномена неспособность установить изменения объясняется тем, что репрезентации нашей визуальной памяти бедны и схематичны, что не позволяет нам сохранять информацию о предмете до и после его изменения.

Между тем, приступая к исследованию способности осознавать изменения, происходящие со стимулами, авторы опираются на новую парадигму трактовки феномена слепоты к изменениям, разработанную Холлингвортом и Хендерсоном в 2004 году (Hollingworth & Henderson, 2004). Согласно данной парадигме, визуальная память способна к обновлению: визуальные стимулы сохраняются в памяти, даже если и не осознаются: так называемый феномен *имплицитного обнаружения изменения* (*implicit change detection*). Более того, сохраненные в памяти стимулы влияют на последующие действия испытуемых.

Соответственно, цель данного исследования - изучить связь между способностью обнаруживать постепенные изменения визуальных стимулов и адаптацией последующих действий к данным изменениям.

В ходе исследования авторы ставят следующие вопросы, на которые пытаются ответить, проводя два эксперимента:

- 1) связаны ли механизмы эксплицитного и имплицитного обнаружения изменений? Если нет, то в чем их принципиальное отличие?
- 2) Память и имплицитные репрезентации? Другими словами, если изменения не осознаются, то что тогда происходит, и какую роль при этом играет память?

## Эксперимент 1.

Структура первого эксперимента заключалась в следующем: испытуемым на компьютере на 5 секунд предъявлялся черный экран с белыми точками (ил. 1). Испытуемые должны были постараться запомнить их расположение. Затем точки исчезали, и задача испытуемых состояла в том, чтобы воспроизвести точки в том положении, в каком они были. В одном случае положение экрана с точками не менялось от пробы к пробе. В другом экран каждый раз поворачивался на  $2^\circ$ , так что в итоге положение экрана с точками отличалось от изначального на  $30^\circ$  (ил. 2). Испытуемых либо предупреждали об изменениях положения экрана, либо нет. После прохождения эксперимента всех испытуемых спрашивали о том, заметили ли они какие-либо изменения. Таким образом, можно было фиксировать изменение стимулов по двум аспектам: 1) вербальному отчету испытуемых (факт осознания изменений); 2) действиям испытуемых (измерялись точность, изменчивость графика точек, уровень вращения экрана).

Основные вопросы эксперимента были следующие: 1) чувствительны ли испытуемые к изменениям визуальных стимулов, даже если они не осознают данные изменения? 2) могут ли неосознанные изменения влиять на последующие действия испытуемых?

Таким образом, в соответствии с поставленными вопросами, можно ожидать два принципиально разных результата. Если испытуемые не осознают происходящих изменений, то и изменений в воспроизведенных ими графиков точек наблюдаться не должно: то есть уровень вращения экрана в тех случаях, когда испытуемые не осознают изменения, будет близок к нулю. То же самое и с точностью и изменчивостью графика точек: сильных отличий от исходного образца быть не должно. В другом случае, если испытуемые обнаруживают эти

изменения не эксплицитно, а имплицитно, то будет наблюдаться диссоциация между неспособностью обнаружить изменения стимулов, с одной стороны, и постепенным изменением действий испытуемых в соответствии с этими изменениями, с другой.

## **Процедура исследования**

Каждый испытуемый работал в индивидуальных условиях. Как было описано выше, испытуемым на мониторе компьютера на 5 секунд предъявлялся экран, представляющий собой графическое изображение точек. После того, как точки исчезали, перед испытуемыми возникал черный пустой экран, и они должны были воспроизвести точки в том положении, в каком они были до исчезновения. Всего было 16 предъявлений. Таким образом, испытуемые воссоздавали график точек 16 раз.

Для целей эксперимента было создано три типа экспериментальных условий:

- 1) «без изменений»: когда экран не поворачивался и все 16 раз расположение точек было одинаковым;
- 2) «с изменениями 1»: когда экран поворачивался от пробы к пробе на  $2^\circ$ , так что в конце экран был повернут на  $30^\circ$ . Однако испытуемых не предупреждали об изменении положения экрана;
- 3) «с изменениями 2»: экран также поворачивался на  $2^\circ$  от пробы к пробе. Однако испытуемым говорили, что «стимулы могут изменяться от пробы к пробе».

После прохождения эксперимента испытуемых спрашивали о том, заметили ли они какие-либо изменения, проходившие со стимульным материалом. После чего им предъявлялось пять стимулов (экраны с графиком точек), некоторые из которых были в экспериментальных пробах, а некоторые являлись дистракторами. Испытуемых просили выбрать те из них, которые, на их взгляд, были в эксперименте, а также оценить степень своей уверенности в выборе правильного выбора от 0 («абсолютно не уверен») до 3 («абсолютно уверен») баллов. В случае, когда экран поворачивался верных стимула было три: причем это был изначальный экран; повернутый экран в середине экспериментальных проб; повернутый на  $30^\circ$  экран в конечной пробе (соответственно, стимулы T1 — в первой пробе, T8 — в восьмой пробе, T16 — в 16 пробе). В случае с неизменным графиком, один стимул был верным экспериментальным, а четыре — дистрактора.

Наконец, в самом конце испытуемые проходили дополнительный экспериментальные пробы: им предъявлялся экран с точками дважды. В условиях «без изменений» оба раза это был один и тот же экран. В условиях «с изменениями 1,2» первый раз это был изначальный экран, второй раз — повернутый на  $30^\circ$ . В конце испытуемых спрашивали о замеченных изменениях. Таким образом, сравнивались способности замечать постепенные и резкие изменения.

## **Выборка**

В эксперименте участвовало 45 студентов (28 девушек; 17 юношей), учеников Брюссельского университета. Средний возраст составлял 22 года (19-24 года). В случайном порядке испытуемых отнесли к одному из трех экспериментальных условий. Таким образом, в каждом типе экспериментальных условий было 15 человек.

## Результаты

### *Обнаружение изменений и уверенность в выборе стимула.*

Результаты, отображенные на рисунках 3 и 4, демонстрируют факт осознания (неосознания) испытуемыми происходящих изменений (рис. 3), а также степень уверенности испытуемых в выборе правильного стимула, присутствовавшего в эксперименте (рис. 4). Как можно видеть, в случае резких изменений (brutal change) все испытуемые их осознают. В случае же постепенных изменений, они осознаются, только если испытуемых предупреждали о них хотя бы косвенно (условия «с изменениями 2»). Если испытуемых не предупреждал об изменениях (условия с «изменениями 1»), то 74% испытуемые эти изменения не осознавали. В случае неизменного экрана, как можно было и ожидать, все испытуемые не опознавали никаких изменений.

Что касается выбора экспериментального стимула, то все испытуемые выбрали его правильно. Причем, испытуемые, осознававшие изменения, правильно выбрали все три стимула: T1, T8 и T16, соответственно (рис. 5). Другие же испытуемые (те, кто не осознавал изменений) тоже правильно выбирали стимулы, причем некоторые выбирали те из них, которые отражали изменение экрана (T8 и T16). Результаты показывают, что значимых различий в выборе экспериментального стимула не наблюдалось:  $\chi^2(3) = 3$ , *n.s.* При этом уверенность испытуемых в правильности выбора верных стимулов была во всех трех экспериментальных случаях ( $t(28) = 0.92$ , *n.s.*).

### *Точность воспроизведения*

Следующий анализ проводился относительно действий испытуемых. Первое, что смотрелось — это точность их действий, то есть разница (расстояние) между каждой исходной точкой, увиденной на экране, и точкой, воспроизведенной испытуемыми. Результаты показали, что средняя точность испытуемых в трех типах экспериментальных условий составляет: 3.07 см. ( $SD = 0.33$ ), 3.19 см. ( $SD = 0.34$ ), 3.19 см. ( $SD = 0.35$ ). Значимых отличий при таком подсчете не обнаружено  $F(2, 35) = 0.41$ , *n.s.*

Между тем, была использована еще одна процедура подсчета точности. В связи с этой процедурой авторы выделили в действии испытуемых две фазы: фазу «обучающую» и фазу «стабильную». В обучающей фазе действия испытуемых только начинают адаптироваться к видимому графику точек, поэтому могут «скакать» от менее худшего воспроизведения к более худшему и наоборот. После некоторых таких проб наступает стабильная фаза, когда точность испытуемых достигает такого уровня, когда уже не может стать еще лучше. Таким образом, точность для всех трех типов условий была подсчитана только для стабильной фазы, что составило 1.06 см. ( $SD = 0.20$ ), 1.99 см. ( $SD = 0.54$ ), 2.12 см. ( $SD = 0.62$ ) - для условий «без изменений» и «с изменениями 1 и 2», соответственно. Различия в точности испытуемых значимо отличаются друг от друга в зависимости от экспериментальных условий:  $F(2, 324) = 104.22$ ,  $p < .01$  (рис. 6).

Таким образом, исходя из результатов анализа, можно сделать вывод, что точность воспроизведения выше в условиях, когда изменений графика не происходило.

### *Изменчивость графика точек*

Та же процедура в подсчете данных применялась и по отношению изменчивости в действиях испытуемых. Под изменчивостью понималось различие (расстояние) между каждой воспроизведенной испытуемыми точкой от пробы к пробе.

Как показывают результаты, средние значения в «стабильной» фазе составляют 0.66 см. ( $SD = 0.21$ ), 1.70 см. ( $SD = 0.59$ ), 1.74 см. ( $SD = 0.57$ ) - для условий «без изменений» и «с изменениями 1 и 2». Эти различия значимы в зависимости от экспериментальных условий  $F(2, 241) = 106.76$ ,  $p < .01$  (рис. 7).

Таким образом, изменчивость графика выше в условиях, когда происходило его изменение.

### *Уровень вращения экрана*

Наконец, средний градус вращения экрана был подсчитан в соответствии с теми экспериментальными условиями, в которых находились испытуемые. Средний градус вращения составил  $0.56^\circ$  ( $SD = 3.46^\circ$ ),  $22.99^\circ$  ( $SD = 5.87^\circ$ ),  $19.98^\circ$  ( $SD = 5.85^\circ$ ) - для условий «без изменений» и «с изменениями 1 и 2»:  $t(14) = 15.03$ ,  $p < .01$ . Как можно видеть, вращение экрана, воссозданного в действиях испытуемых, происходило в тех случаях, когда наблюдаемый испытуемыми экран постепенно менялся. Причем эти изменения во вращении не зависели от того, осознавали ли испытуемые изменения экрана в целом:  $t(28) = 0.34$ ,  $n.s$

### **Выводы по эксперименту 1.**

Результаты эксперимента 1 позволяют сделать несколько принципиальных выводов:

1) испытуемые не осознавали происходящих изменений экрана. В этом можно убедиться, просмотрев их вербальные отчеты. В том случае, когда испытуемых не предупреждали о том, что стимулы могут меняться (условия «с изменениями 1»), 74% испытуемых эти изменения не осознавали. Таким образом, постепенные возрастающие изменения сложно обнаружить эксплицитно. Это подтверждает основные выводы, сделанные в предыдущих экспериментах (Hollingworth & Henderson, 2004);

2) действия испытуемых менялись в соответствии с происходящими изменениями. Как можно было видеть, точность и изменчивость действий испытуемых в том случае, когда изменения происходили, значимо отличалась от точности и изменчивости в действиях тех испытуемых, которые видели неменяющийся экран (увеличение изменчивости и уменьшение точности при меняющемся экране). Наконец, градус вращения экрана существенно менялся в том случае, когда испытуемые видели меняющийся экран, даже если они и не осознавали этих изменений. Это говорит о том, что чувствительность к изменениям присутствует, даже если эти изменения не осознаются («*имплицитная чувствительность к изменениям*»);

3) действия испытуемых отражают неосознанную адаптацию к изменениям. В то время как эксплицитно изменения не осознаются, действия испытуемых тем не менее изменяются в соответствии с тем, как меняются изображенные стимулы (то что можно назвать как «*слепота действия*» - *action blindness*).

### **Эксперимент 2.**

Несмотря на подробные результаты первого эксперимента, авторы признаются, что его процедура и способы подсчета данных далеки от объективности. Особенно это касается вербальных отчетов испытуемых, которые всегда могут неточно передавать содержание. Поэтому авторы проводят второй эксперимент с целью улучшить процедуру измерения способности обнаруживать изменения и имплицитной чувствительности к изменениям.

#### **Процедура исследования**

В целом, процедура эксперимента 2 содержательно повторяла процедуру эксперимента 1.: испытуемым на мониторе компьютера на 5 секунд предъявлялся экран, представляющий собой графическое изображение точек. После того, как точки исчезали, перед испытуемыми возникал черный пустой экран, и они должны были воспроизвести точки в том положении, в каком они были до исчезновения. Однако в этот раз экран предъявлялся 30 раз: причем в 50% проб экран не менялся, а в других 50% проб экран поворачивался каждый раз на  $2^\circ$ . Таким образом, в итоге измененный экран отличался от изначального на  $30^\circ$ . Последовательность проб с изменениями и неизменениями экрана чередовалась.

В этот раз всех испытуемых предупреждали о том, что «стимулы могут меняться от пробы к пробе».

После этого испытуемых спрашивали о том, заметили ли испытуемые какие-либо изменения. Вербальный отчет испытуемых строился на трех основаниях. Испытуемых спрашивали:

- 1) о том, видели ли они изменения (*в целом и после каждой пробы*);
- 2) о том, насколько уверены в своем ответе;

3) о природе изменений графика.

Помимо прочего, испытуемых просили оценить степень уверенности, что изменени были (или не были) по 3-х балльной шкале.

## **Выборка**

Всего в эксперименте участвовало 15 студентов (9 девушек и 6 юношей). Средний возраст 20 лет (19 — 23 года).

## **Результаты**

### *Обнаружение изменений и уверенность в ответах*

Рисунок 9 отражает результаты осознания испытуемыми изменений экрана: в целом и от пробы к пробе. Как можно видеть, что 28 % испытуемых видели общее изменение экрана, в то же время постепенные изменения были зафиксированы только 14 % испытуемых. В целом же испытуемые демонстрировали тенденцию не замечать происходящих изменений. Более того, как показывает рисунок 10, испытуемые демонстрировали одинаковую степень уверенности во всех случаях: когда они действительно видели изменения (hits), когда они действительно не видели изменения (correct rejection), когда они пропускали изменения (miss), когда обнаруженные изменения были ложными (false alarm).

### *Точность воспроизведения*

Процедура подсчета точности в стабильной фазе была такой же как и в первом эксперименте. В этом случае точность испытуемых из эксперимента 2. сравнивалась с точностью испытуемых из эксперимента 1., когда экран не менялся (условия «без изменений»). При сравнении точности в «стабильной» фазе: точность воспроизведения графика в условиях эксперимента 1. выше ( $t(310) = 9.86, p < .01$ ), рис. 11.

Более того, с помощью многофакторного дисперсионного анализа было выявлено, что ни тип ответа (обнаружил или не обнаружил изменения), ни валидность ответа (правильно или неправильно обнаружил), ни взаимосвязь этих факторов не влияют на точность в действиях испытуемых:  $F(1, 29) = 2.38, n.s.$

### *Изменчивость графика точек*

Точно такая же процедура подсчета применялась и по отношению к изменчивости в действиях испытуемых. Как можно видеть (рис. 12), при сравнении изменчивости в «стабильной» фазе: изменчивость графика точек в условиях эксперимента 1. ниже ( $t(137) = 13.40, p < .01$ ) по сравнению с изменчивостью в условиях эксперимента 2.

Также результаты многофакторного дисперсионного анализа показали, что ни тип ответа (обнаружил или не обнаружил изменения), ни валидность ответа (правильно или неправильно обнаружил), ни взаимосвязь этих факторов не влияют на изменчивость в действиях испытуемых:  $F(1, 29) = 2.38, n.s.$

### *Уровень вращения экрана*

Наконец, что касается градуса вращения, то в среднем в эксперименте 2. он составил  $21.83^\circ$ , что значимо отличается от нуля:  $t(14) = 19.82, p < .01$ . Более того — и это было самое удивительное — ни факт осознания изменения экрана, ни правильность в определении изменения не повлияли на уровень вращения экрана:  $F(1, 26) = 3.43, n.s.$

## **Результаты эксперимента 2.**

Результаты эксперимента 2. повторяют те результаты, которые были получены в ходе первого эксперимента:

1) адаптация действий к изменениям стимулов происходит независимо от того, осознаются

эти изменения или нет;

2) кроме того, адаптация действий к изменениям «развертывается» с течением времени и связана со свойствами системы. То есть, в контексте теории динамических систем данные изменения можно рассматривать следующим образом: текущее состояние системы определяет последующее состояние системы. В данном случае изменение стимулов влияет не только на состояние системы в одной пробе  $n$ , но и в последующих пробах  $n+1$ ,  $n+2$  etc.

### **Общие выводы**

Общие результаты исследования подтверждают предположения, выдвинутые в обоих экспериментах: несмотря на неспособность сознательно опознать постепенные изменения в визуальных стимулах, испытуемые тем не менее демонстрируют имплицитную чувствительность к данным изменениям, проявляющуюся в том, что их действия постепенно меняются в соответствии с теми изменениями, которые происходят с самими стимулами.

Полученные в ходе двух экспериментов результаты позволяют подробно обсудить те вопросы, которые были сформулированы в начале исследования.

#### *Механизмы эксплицитного и имплицитного обнаружения изменений*

В последние декады в когнитивной психологии было проведено множество исследований, посвященных имплицитным способностям (Shapiro, Arnell, & Raymond, 1997; Thornton & Fernandez-Duque, 2002), в частности способностям обнаруживать внешние изменения имплицитно. Результаты данного исследования подтверждают предыдущие выводы о том, что некоторые изменения не могут быть сознательно (эксплицитно) опознаны, но могут сохраняться в качестве имплицитных репрезентаций.

Тем не менее вопрос о различиях в механизмах эксплицитного и имплицитного обнаружения изменений остается открытым. Ряд авторов полагает, что осознаваемая информация перерабатывается более эффективно по сравнению с неосознаваемой (Baars, 1988; Cleeremans, 2005; Dehaene, Sergent, & Changeux, 2003; Tononi, 2004; Tononi & Edelman, 1998). Данные двух экспериментов опровергают это утверждение и демонстрируют, что, даже не осознавая постепенных изменений, испытуемые адаптируют свои действия в ответ на происходящие изменения стимулов (изменчивость в точности действий и градусе вращения экрана).

Более того, из первого эксперимента следует, что степень осознания изменений во многом зависит от инструкции: все те испытуемые, которым косвенно намекали, что изменения могут быть, обнаруживали изменения в стимулах. То есть, можно предположить, что механизмы эксплицитного обнаружения изменений связаны с когнитивными процессами, в частности с вниманием испытуемых.

Таким образом, общие выводы касательно механизмов эксплицитного и имплицитного обнаружения изменений следующие:

- 1) эксплицитное обнаружение изменений определяется ресурсами внимания (Rensink, 2002; Triesch et al., 2003);
- 2) эффективность переработки информации не зависит от факта осознанности изменения;
- 3) имплицитная чувствительность к изменениям направляет дальнейшие действия испытуемых (адаптация действий к последующим изменениям).

#### *Память и имплицитные репрезентации*

Следующий вопрос касался природы имплицитных репрезентаций.

Если имплицитные репрезентации такие детальные и точные, то почему их так сложно осознать? Возможны две гипотезы. Согласно одной из них, наша когнитивная система не способна сохранить информацию до и после ее изменения, поэтому все наши визуальные репрезентации схематичны и лишены мельчайших подробностей. Однако, если следовать данному утверждению, становится непонятно, каким образом информацию удается сохранить в памяти имплицитно.

Более аргументированно в этом плане звучит вторая гипотеза — так называемая «гипотеза имплицитного обновления», предложенная изначально Хендерсоном и Холлингвортом (Hollingworth & Henderson, 2004). Анализируя природу имплицитных репрезентаций, авторы предлагают рассматривать процесс восприятия мира через «модель порога», согласно которой работа нашей когнитивной система всегда сопровождается внешними и внутренними «шумами». Более того, сами визуальные репрезентации не лишены этих «шумов». Поэтому в процессе восприятия перед когнитивной системой всегда стоит задача отделить истинный сигнал от «шума». В связи с этим сформированные визуальные репрезентации могут не содержать в себе детальных изменений информации. Тем не менее, наша визуальная память способна к обновлению, что приводит к сохранению в памяти имплицитных репрезентаций, которые затем влияют на последующие действия системы.

Используя новую парадигму в экспериментальном исследовании имплицитных механизмов обнаружения изменений, авторы наглядно продемонстрировали, что связь между имплицитной чувствительностью к изменениям и дальнейшими действиями в соответствии с этими изменениями существует. Данное исследование и его результаты могут служить примером того, что имплицитные репрезентации существуют и являются более детальными и точными, чем это утверждалось ранее.

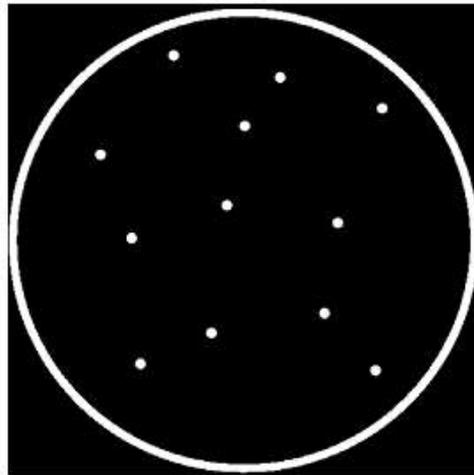


Fig. 1. Target configuration presented on the first trial.

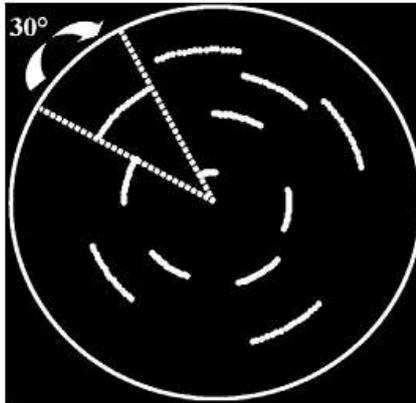


Fig. 2. Evolution of the target configuration during the experiment with an incremental scene rotation from the left to the right resulting in a final 30° change of the initial display.

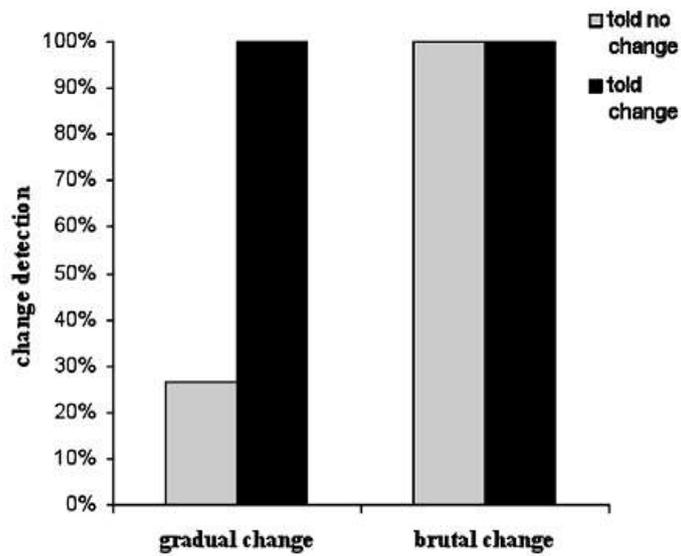
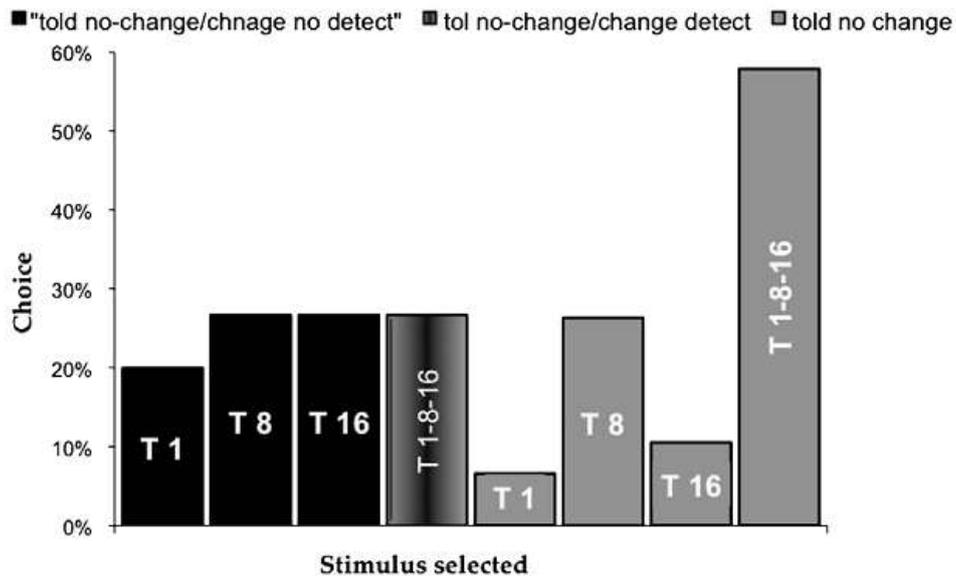
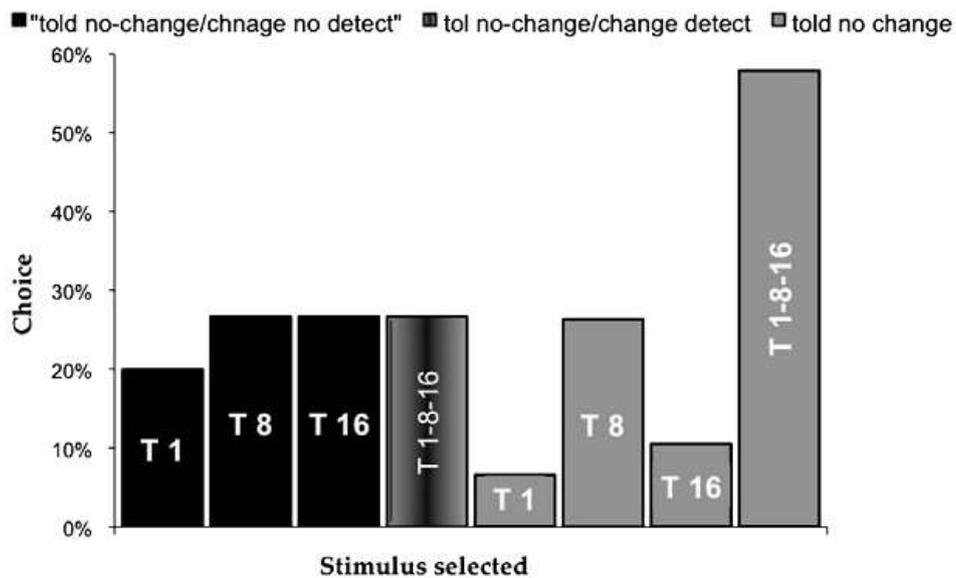


Fig. 3. Percentage of noticed changes for the conditions "told no change" in grey and "told change" in black. Large change blindness appears in the condition "told no change".



**Fig. 5.** Stimulus identified as target during the identification task for the "told no change" and "told change" conditions. Amongst the five stimuli presented, three had actually been presented during the experiments (T1, T8 and T16) and two were distractors. 100% of participants reported one of the target really presented during the experiment. However, if participants who did not report the presence of change identified only one target, a majority of participants who reported the presence of change identified the three targets (T1, T8 and T16) as perceived.



**Fig. 5.** Stimulus identified as target during the identification task for the "told no change" and "told change" conditions. Amongst the five stimuli presented, three had actually been presented during the experiments (T1, T8 and T16) and two were distractors. 100% of participants reported one of the target really presented during the experiment. However, if participants who did not report the presence of change identified only one target, a majority of participants who reported the presence of change identified the three targets (T1, T8 and T16) as perceived.

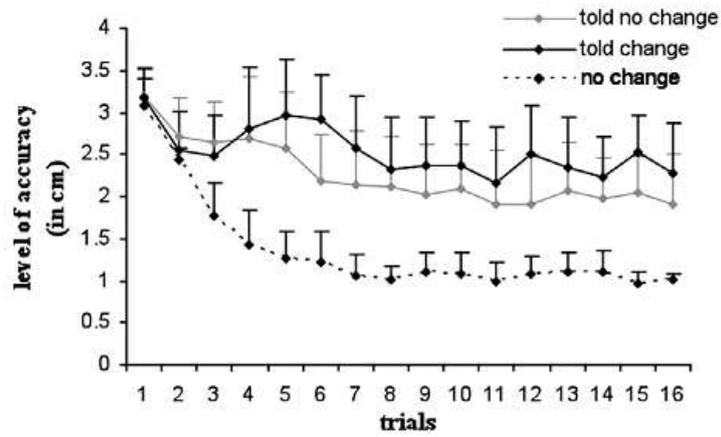


Fig. 6. Evolution of the mean value of configuration accuracy for the three conditions. Change in the stimulus leads to a decrease in response accuracy.

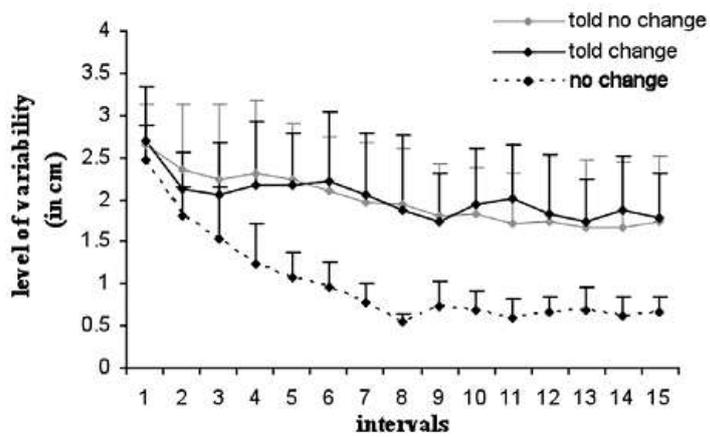
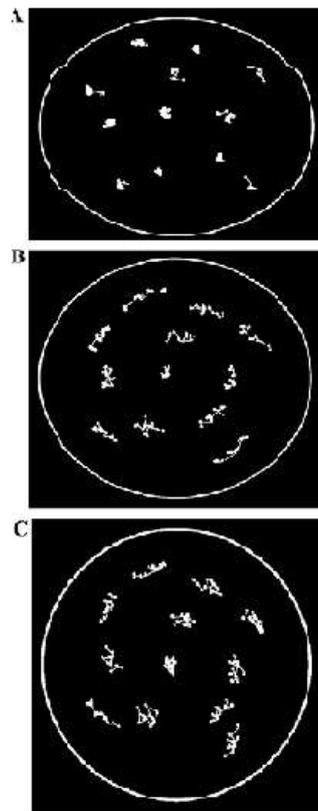
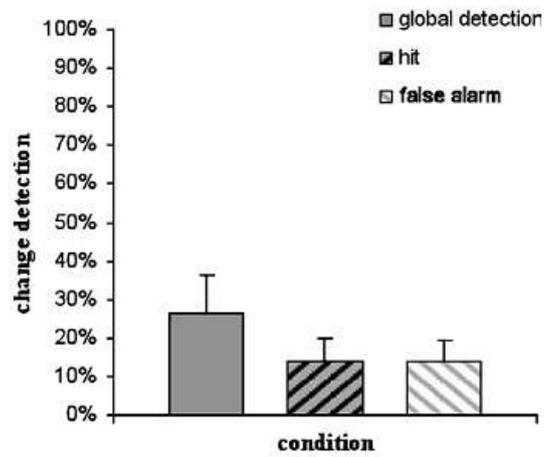


Fig. 7. Evolution of the mean value of configuration variability for the three conditions. Change in the stimulus leads to an increase of response variability.



**Fig. 8.** Average reproduction over time in the conditions "no change" (a), "told no change" (b), and "told change" (c). A rotation of the reproduction was observed in the conditions "told no change" and "told change".



**Fig. 9.** Percentage of noticed changes as a function of the presence of actual changes in the stimulus. Surprisingly, changes were noticed as often in presence or in the absence of actual changes in the stimulus.

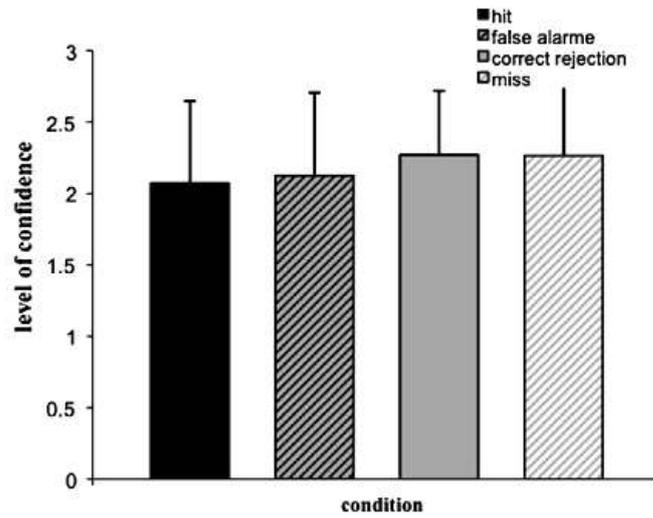


Fig. 10. Average confidence rating (0 = 'Not very confident'; 3 = 'Very confident') as a function of the condition. A high level of confidence appears in the four conditions.

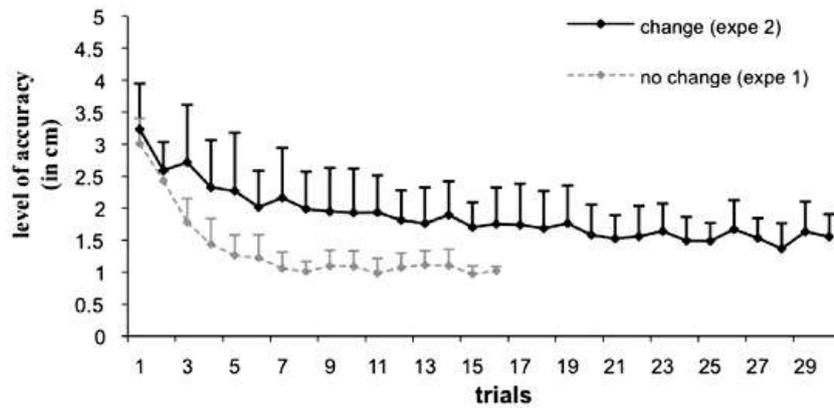
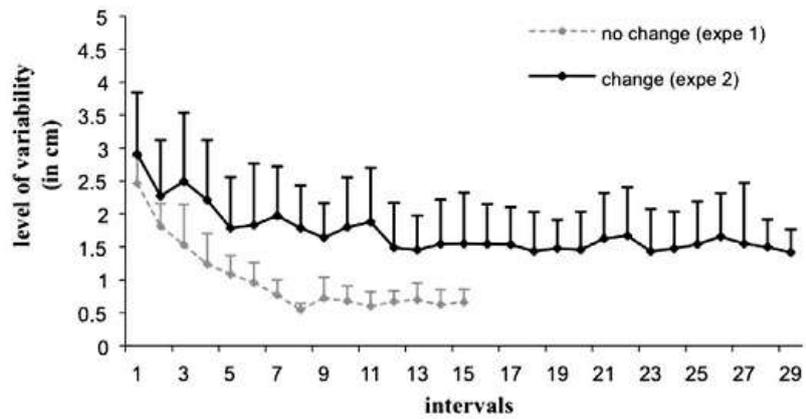
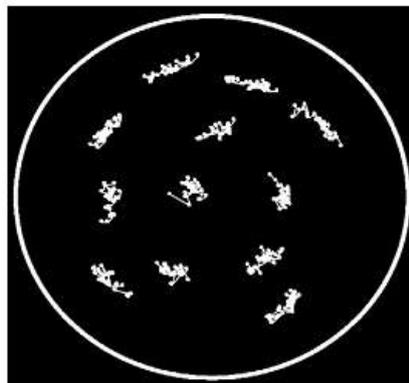


Fig. 11. Evolution of the mean value of configuration accuracy in comparison to the configuration accuracy observed in absence of change in the stimulus (Experience 1). As observed in the first experiment, change in the stimulus leads to a decrease increase of response accuracy.



**Fig. 12.** Evolution of the mean value of configuration variability in comparison to the configuration accuracy observed in absence of change in the stimulus (Experience 1). As observed in the first experiment, change in the stimulus leads to an increase of response variability.



**Fig. 13.** Average reproduction over time characterized by a gradual rotation of the reproduced pattern.