

# Etude de l'influence de la couleur d'éléments sur leur subitisation

Lila BAHROUN  
Antoine ECORCE  
Nathan BERTHELOOT  
Niels GROENEN

Enseeiht MFEE

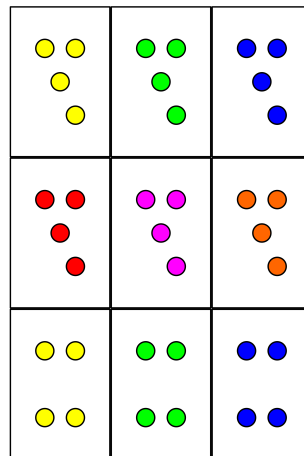
Toulouse, 2023-05-22

---

## Abstract

Cette étude a été réalisée dans le cadre de notre cours sur la zététique à l'ENSEEIHT, dans le module d'enseignement *Citizenship*. Nous avons choisi d'étudier la subitisation avec la problématique suivante : "La couleur d'un élément peut-elle faciliter ou rendre plus difficile sa subitisation ?". Vous trouverez ici le rapport de cette étude avec tout d'abord un point des connaissances dont nous disposons sur le sujet, le détail de notre protocole et la présentation et l'analyse de nos résultats.

---



Extrait de *orthoponielibre.com*

# Contents

|          |   |          |
|----------|---|----------|
| <b>1</b> | <b>Introduction et état de l'art</b>                  | <b>3</b> |
| <b>2</b> | <b>Protocole détaillé de notre étude</b>              | <b>4</b> |
| 2.1      | Mise en place des vidéos de test . . . . .            | 4        |
| 2.2      | Conditions de déroulement d'un test . . . . .         | 4        |
| 2.3      | Test blanc et mise en place de l'expérience . . . . . | 5        |
| <b>3</b> | <b>Analyse des résultats de l'étude</b>               | <b>5</b> |
| <b>4</b> | <b>Conclusion et limites de l'étude</b>               | <b>7</b> |

# 1 Introduction et état de l'art

La subitisation désigne l'habilité des individus à évaluer, de manière rapide et précise, le nombre d'éléments présent devant eux ([1]). Le terme fût inventé par E. L. Kaufman et al. dans leur publication *The Discrimination of Visual Numbers* en 1949 [3]. Plus que de donner une estimation du nombre d'objet présents, on parle ici d'une évaluation numérale quasi immédiate. L'une des principales conclusions de cette publication est, qu'en moyenne, la subitisation est un procédé bien plus précis, rapide et confiant que la simple estimation.

Bien que le terme de *subitisation* ne fait son apparition qu'en 1949, l'aptitude à discriminer et évaluer le nombre d'objets de manière spontanée suscitait de l'intérêt bien avant. Dans son article "*The Power of Numerical Discrimination*" paru en 1871 [2], W. Stanley Jevons étudie sa propre capacité à évaluer le nombre de haricots lâchés dans un récipient de manière aléatoire. Pour cette expérience, l'auteur a établi un protocole afin de rendre son expérimentation aussi fiable que possible. Voici les principaux critères que nous avons relevé :

- uniformité des objets
- nombre aléatoire d'objets à subitiser pour chaque série
- comptage de comparaison extérieur
- temps de subitisation numérale très réduit (la subitisation se veut quasi-immédiate)

Cet ensemble de mesure nous a inspiré pour établir notre protocole, sur lequel nous reviendront dans la section 2. La figure 1 nous montre les résultats de l'étude de Stanley.

| Estimated Numbers. | ACTUAL NUMBERS. |    |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |
|--------------------|-----------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|
|                    | 3               | 4  | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 3                  | 23              |    |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |
| 4                  |                 | 65 |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |
| 5                  |                 |    | 102 | 7   |     |     |     |     |    |    |    |    |    |
| 6                  |                 |    | 4   | 120 | 18  |     |     |     |    |    |    |    |    |
| 7                  |                 |    | 1   | 20  | 113 | 30  |     |     |    |    |    |    |    |
| 8                  |                 |    |     |     | 25  | 76  | 24  |     |    |    |    |    |    |
| 9                  |                 |    |     |     |     | 28  | 76  | 6   | 1  |    |    |    |    |
| 10                 |                 |    |     |     |     | 1   | 18  | 37  | 11 | 1  |    |    |    |
| 11                 |                 |    |     |     |     |     | 1   | 46  | 19 | 4  |    |    |    |
| 12                 |                 |    |     |     |     |     | 2   | 16  | 26 | 17 | 7  | 2  |    |
| 13                 |                 |    |     |     |     |     |     | 2   | 12 | 19 | 11 | 3  | 2  |
| 14                 |                 |    |     |     |     |     |     |     |    | 3  | 6  | 3  | 1  |
| 15                 |                 |    |     |     |     |     |     |     |    | 1  | 1  | 4  | 6  |
| Totals . .         | 23              | 65 | 107 | 147 | 156 | 135 | 122 | 107 | 69 | 45 | 26 | 14 | 11 |

Figure 1: Tableau de résultats de l'étude de W. Stanley Jevons, où sont répertoriés les occurrences des nombre subitisés par le sujet par rapport aux nombres réels tirés

Nous pouvons voir sur avec ses résultats qu'à partir de 5 éléments, l'estimation perd en précision. Plus l'on augmente le nombre d'éléments, plus la précision diminue, ce qui semble logique. Il est intéressant de remarquer ici que la "plage d'erreur" (cad l'écart entre les nombres maximaux et minimaux estimés et le nombre réel tiré) reste approximativement la même à partir de 8 éléments, à plus ou moins un près. En d'autres termes, le sujet a été capable d'estimer le nombre d'objets avec un écart maximal de 3. Il est à noter que les essais pour des nombres supérieurs à 15 ont été écartés par l'auteur, les jugeant trop mauvais. Ces observations nous donnent une bonne base de comparaison pour notre expérience, que nous détaillerons plus tard.

Dans le cadre de ces connaissances sur la subitisation, nous avons décidé de construire un protocole afin de répondre à la problématique suivante : "**La couleur d'un élément peut-elle faciliter ou rendre plus difficile sa subitisation ?**". Nous allons à présent détailler ce protocole.

## 2 Protocole détaillé de notre étude

Afin de tester l'hypothèse "*La couleur d'un élément peut-elle faciliter ou rendre plus difficile sa subitisation ?*", on réalise un protocole expérimental à répéter sur les sujets testés.

### 2.1 Mise en place des vidéos de test

La protocole de notre expérimentation consiste à montrer aux sujets testés une vidéo dans laquelle des images se succèdent. Nous avons choisi le format de vidéo pour notre expérimentation afin d'uniformiser les expériences entre chaque sujet. Chaque image est un fond blanc sur lequel apparaît un certain nombre de points compris entre 2 et 7. Une image apparaît uniquement une demie seconde et est précédée d'un compte à rebours pour s'assurer que le sujet est prêt à subitiser le nombre de points sur l'image. On choisit d'espacer chaque image de 5 secondes et une durée de vidéo de 2 minutes afin de préserver une concentration maximale du sujet pendant l'expérience.

Afin d'obtenir une parfaite randomisation des images pour notre vidéo, nous avons construit un programme (en Python) générant de manière aléatoire la position et le nombre de points sur une image. Nous lançons vingt fois le code afin d'obtenir vingt images aléatoires à insérer dans notre vidéo.

Pour tester notre hypothèse, nous générons trois images à chaque tirage, afin de créer trois vidéos différentes. Les points présents sur les trois images comportent le même nombre de points de même position, mais l'une comporte des points de couleur noire (Vidéo A), une autre de couleur rouge (vidéo B), et enfin une de couleur rouge et noire (Vidéo C). Pour la vidéo C, la couleur rouge ou noire de chaque point est également aléatoire.

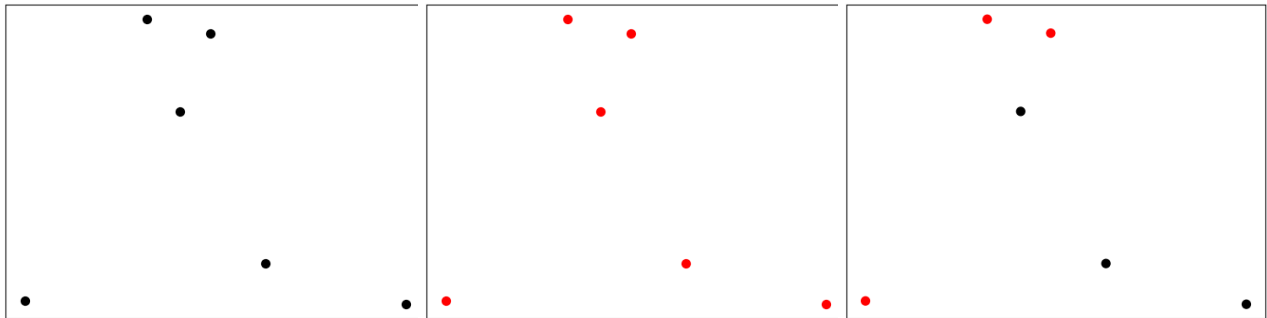


Figure 2: Exemple de tirage, vidéo A    Figure 3: Exemple de tirage, vidéo B    Figure 4: Exemple de tirage, vidéo C

### 2.2 Conditions de déroulement d'un test

Afin de tester notre hypothèse, trois groupes de personnes seront testés. Le groupe témoin aura à effectuer la subitisation en regardant la vidéo A contenant les points noirs. Deux groupes expérimentaux auront à effectuer la subitisation en regardant la vidéo B contenant les points rouges pour l'un, et en regardant la vidéo C avec les points bicolores pour l'autre.

Avant de lancer la vidéo à montrer au sujet, la consigne donnée est la suivante : "*Vous devez après chaque apparition de l'image énoncer à voix haute le nombre de points que vous pensez avoir vu.*" Une fois la vidéo lancée, l'expérimentateur note à chaque image le nombre énoncé par le sujet, sans aucune expression ou commentaire.

Afin de respecter des conditions de double aveugle, les résultats corrects pour chaque image n'est pas donné au sujet testé pendant l'expérimentation. De plus, l'expérimentateur ne connaît pas lui même les résultats pour chaque image, puisque le nombre de points de chaque image ne sera compté qu'à la fin de la campagne de tests sur les sujets.

### 2.3 Test blanc et mise en place de l'expérience

Afin de vérifier que nos conditions de test sont valides, nous décidons d'effectuer le test sur 5 personnes et selon les conditions établies précédemment. On remarque alors que les 5 individus obtiennent chacun exactement les mêmes résultats, indépendamment que la vidéo montrée ait été la A, la B ou la C.

Il nous apparaît alors qu'une consigne est manquante pour que nos sujets effectuent une correcte subitisation. En effet, bien que l'image contenant les points n'apparaisse qu'une demie seconde, le cerveau du sujet a le temps de capturer l'image et de compter simplement le nombre d'éléments, puisque 5 secondes s'écoulent entre deux images. Ce phénomène est dû à la persistance rétinienne.

Afin de pallier à ce problème et forcer le sujet à subitiser les points et non à les compter, une consigne est ajoutée avant le lancement de la vidéo : *"Vous devez après chaque apparition de l'image énoncer à voix haute le nombre de points que vous pensez avoir vu. Vous devez énoncer ce nombre exactement au moment où l'image des points disparaît"*. Grâce à cette nouvelle consigne, le sujet est incapable de compter un à un les points et la subitisation peut être valide.

Une fois les expérimentations sur les sujets réalisés, notre plan d'analyse de données sera de comparer pour chaque vidéo le nombre d'erreurs réalisées. Pour affiner notre analyse, nous pourrions comparer le pourcentage d'erreur de chaque vidéo pour chaque chiffre réellement affiché.

## 3 Analyse des résultats de l'étude

Ici nous allons présenter les résultats que nous avons obtenu à l'issue de notre expérience. Après avoir testé 21 personnes (ce qui représente bien entendu un échantillon plutôt faible mais suffisant pour commencer à appréhender des tendances) nous avons pu enregistrer les résultats suivants. Ces résultats sont répertoriés dans le tableau de la figure 5

Série Noire

| Nombre attendu | Nombre obtenu |    |    |    |    |   |   |   |   | tot |
|----------------|---------------|----|----|----|----|---|---|---|---|-----|
|                | 1             | 2  | 3  | 4  | 5  | 6 | 7 | 8 | 9 |     |
| 2              |               | 42 |    |    |    |   |   |   |   | 42  |
| 3              |               |    | 28 |    |    |   |   |   |   | 28  |
| 4              |               |    |    | 26 | 2  |   |   |   |   | 28  |
| 5              |               |    |    |    | 16 | 5 |   |   |   | 21  |
| 6              |               |    |    |    | 2  | 3 | 2 |   |   | 7   |
| 7              |               |    |    |    |    | 3 | 6 | 4 | 1 | 14  |

Série Rouge

| Nombre attendu | Nombre obtenu |    |    |    |    |   |   |   |   | tot |
|----------------|---------------|----|----|----|----|---|---|---|---|-----|
|                | 1             | 2  | 3  | 4  | 5  | 6 | 7 | 8 | 9 |     |
| 2              |               | 49 |    |    |    |   |   |   |   | 49  |
| 3              |               | 1  | 27 |    |    |   |   |   |   | 28  |
| 4              |               |    |    | 20 | 1  |   |   |   |   | 21  |
| 5              |               |    |    | 1  | 17 | 1 | 2 |   |   | 21  |
| 6              |               |    |    |    |    | 5 | 2 |   |   | 7   |
| 7              |               |    |    |    |    | 2 | 9 | 3 |   | 14  |

Série Rouge et Noire

| Nombre attendu | Nombre obtenu |    |    |    |    |   |   |   |   | tot |
|----------------|---------------|----|----|----|----|---|---|---|---|-----|
|                | 1             | 2  | 3  | 4  | 5  | 6 | 7 | 8 | 9 |     |
| 2              | 1             | 41 |    |    |    |   |   |   |   | 42  |
| 3              |               |    | 28 |    |    |   |   |   |   | 28  |
| 4              |               |    |    | 28 |    |   |   |   |   | 28  |
| 5              |               |    |    | 2  | 19 |   |   |   |   | 21  |
| 6              |               |    |    |    | 1  | 6 |   |   |   | 7   |
| 7              |               |    |    |    |    | 3 | 8 | 3 |   | 14  |

Figure 5: Résultats de notre étude

Chaque série de résultats est répartie en fonction des vidéos que nous avons montré aux personnes. En tout, il y a eu 7 tests pour chaque vidéo. Comme première piste d'analyse, on se propose de comparer la part d'erreurs que représente chaque série (Vidéo A, B et C). En faisant cela, on obtient les résultats de la figure 6.

### Part des erreurs en fonction des séries

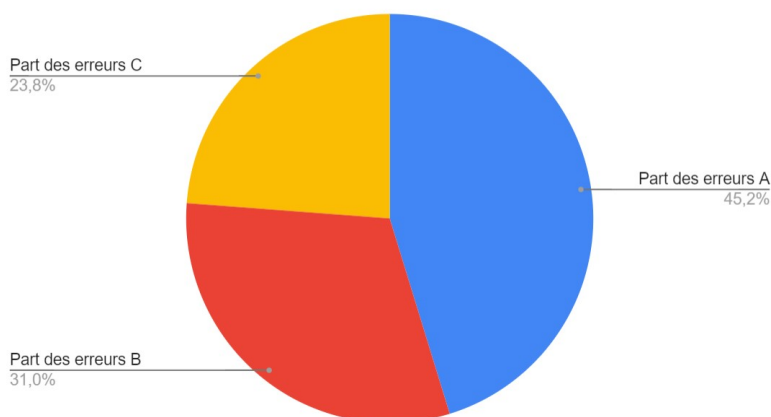
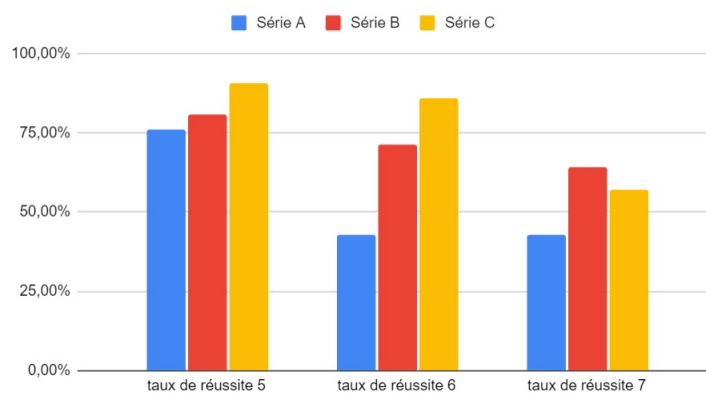


Figure 6: Comparaison des erreurs sur chaque série

En observant le graphique de la figure 6, la série A présente plus d'erreurs que les autres séries. De plus, cette série étant celle en noir et blanc, cela nous pousse en premier lieu à répondre par l'affirmatif à notre problématique "**La couleur d'un élément peut-elle faciliter sa subitisation ?**". Cependant, nous avons seulement 21 personnes testées. Il faut donc rester prudent sur les interprétations que nous proposons. A l'aide de ce résultats nous pouvons tout de même dire qu'il y a un écart relatif de 31% entre le nombre d'erreur de la série A et B et un écart relatif de 47% entre la série A et la série C.

A notre sens, l'analyse la plus pertinente n'est pas celle du taux d'erreur mais plus dans la recherche de taux de réussite dans les hautes valeurs du test. C'est à dire de comparer les taux de réussites pour 5, 6 et 7 points pour chaque série (A, B et C). Cependant, comme on le montre dans la figure 2, le nombre de données relatif à ce nombre de point ne pourra révéler qu'une tendance et ne pourra donc pas être considéré comme une véritable preuve. Nous allons voir quels sont ces résultats et quelle est l'influence des couleurs des séries sur le taux de bonnes réponses.

### Evolution du taux de réussite en fonction des séries



Comparaison des taux de bonne réponses sur chaque série

On voit bien que pour les tests à 5, 6 et 7 points il y a une nette augmentation du taux de bonne réponses entre les séries en noir et blanc et les séries en couleur ou bicolore. Il y aurait donc une tendance à ce qu'il soit plus facile de discerner rapidement plusieurs objets lorsque ceux-ci sont de couleurs différentes ou du moins dont la couleur est vive.

## 4 Conclusion et limites de l'étude

Au cours de cette étude nous avons donc identifié des tendances corroborant l'idée que des couleurs vives et contrastées améliorent sensiblement les capacités de subitisation des individus. Ainsi, il apparaît que les taux de réussite à 5,6 et 7 points par image sont plus élevés dans le cas de points rouges ou bicolores noirs/rouges plutôt qu'uniquement noirs et ce, avec une différence de l'ordre de 15%. Cependant, notre étude est principalement limitée par un manque de données. Ce manque de données ne nous permet pas d'affirmer de manière certaine notre thèse mais il nous est quand même possible de donner une tendance. Il aurait également été préférable d'utiliser des tests avec un nombre de points plus élevé (jusqu'à 15) afin de vérifier si cette tendance à l'amélioration est conservée par une augmentation de la difficulté à subitiser.

Par ailleurs, nous avons eu des biais communs à l'ensemble de ces configurations. En premier lieu, nous pouvons noter la persistance rétinienne qui permet de continuer à visualiser artificiellement l'image et donc faire un décompte plus précis car prolongé. Cela est d'autant plus vrai que les images sont simples et contrastées. Il est aussi couplé au temps de réponse des individus : il est nécessaire que l'intervalle de temps entre la fin de l'affichage de l'image et la réponse soit le plus court possible pour qu'ils ne puissent pas profiter de ce phénomène biologique. Ces biais ont été pris en compte et nous les avons réduit au maximum.

Enfin, nous avons pu vérifier que nos données étaient concordantes avec celles d'autres études si le sujet de la subitisation. Il apparaît en effet que la subitisation pour plus de quatre éléments est incertaine, comme présenté dans la partie 1, et ce pour les trois configurations (rouge, noir et bicolore).

## References

- [1] Subitizing. *Wikipedia*, Janvier 2023.
- [2] W. Stanley Jevons. The power of numerical discrimination. *Nature*, 3(67):281–282, 1871.
- [3] E. L. Kaufman et al. The discrimination of visual number. *The American Journal of Psychology*, 62(4):498–525, 1949.