



HAL
open science

Une étude du concept d'innumérisme

Jean-Paul Fischer, Camilo Charron

► **To cite this version:**

Jean-Paul Fischer, Camilo Charron. Une étude du concept d'innumérisme. *Psychologie Française*, 2018, 63 (4), pp.413-426. 10.1016/j.psfr.2018.02.001 . hal-02346324

HAL Id: hal-02346324

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-02346324v1>

Submitted on 5 Nov 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La référence de la version définitive de cet article est :

Fischer, J.-P., & Charron, C. (2018). Une étude du concept d'innumérisme. *Psychologie Française*, 63(4), 413-426. doi: 10.1016/j.psfr.2018.02.001

Une étude du concept d'innumérisme

A study of the concept of innumeracy

1) Résumé français

L'innumérisme, que l'on peut définir comme la non-acquisition ou la perte d'un niveau minimal de numératie par une personne, constitue un véritable handicap social et professionnel. Pour estimer la prévalence de l'innumérisme, nous nous sommes servis des données de l'enquête IVQ (informations sur la vie quotidienne) de l'Insee sur les personnes de 16 à 65 ans, en 2011. Les résultats montrent que l'estimation pour la population de France métropolitaine est de 7 %, avec une surreprésentation des femmes à faible niveau d'études. Les conséquences négatives de cette situation d'innumérisme sur la lecture des factures ou des ordonnances médicales sont examinées. Nous précisons aussi sa relation avec la dyscalculie qui, en tant que trouble spécifique du calcul, est moins courante (prévalence inférieure à 3 %). Enfin, grâce à l'étude IVQ de 2004, nous avons pu vérifier que ces pourcentages sont stables sur les sept ans (approximativement) séparant les deux enquêtes.

Mots-clés : innumérisme ; numératie ; dyscalculie ; prévalence ; adultes

2) Abstract anglais

Numeracy is the ability to use and to reason with numbers and other mathematical concepts, and to apply these in a range of everyday activities. Good numeracy appears today the best protection against unemployment, low wages and poor health. Innumeracy can then be simply defined as the absence of numeracy. That is, innumeracy refers to the growing trend in the inability of people to understand numbers, statistics, probabilities, and to being familiar with mathematical concepts.

In France, the fight against innumeracy was erected as “national priority” by the law (8 July 2013). However, few empirical studies investigate the concept of innumeracy (not one to our knowledge). The program for the international assessment of adult competencies (PIAAC), which involved 7000 French participants, does only allow an indirect approach of the concept of innumeracy. Therefore, the 2011's investigation, in about 16000 households by the French national institute of statistical and economic information (Insee), seems an invaluable source of knowledge about the concept of innumeracy. This not only because the investigation included a numeracy test, but also because the participants had to understand a medical prescription (with numerical data) and were directly asked about their difficulties to read an invoice.

The two main results of the present study are (1) a prevalence of innumeracy – computed on the basis of a deviation of more than 1.645 standard deviation from the mean (below it) – of about 7 % in the French population, and (2) that two highly significant factors of innumeracy are level of education and gender.

The understanding of a medical prescription unsurprisingly showed some supplementary difficulties in the innumeracy subgroup. However, the questioning, on a declarative basis on the difficulties to read an invoice, presumably leads to a considerable amount of avoidance strategies. The quantitative estimation of these strategies supports the idea that, for numeracy, possibly up to four times as many people show to have poor skills as those who acknowledge difficulties (Bynner & Parsons, 2006).

Finally, the relation between innumeracy and dyscalculia was investigated. Dyscalculia is usually perceived as a specific learning difficulty for mathematics, or, more appropriately, arithmetic, and affects a wide range of life-long learning involving mathematics. The prevalence of dyscalculia was estimated less than 3 %. This estimated prevalence is lower than the prevalence of about 5 to 7 % put forward by Butterworth, Varma and Laurillard

(2011). Furthermore, these dyscalculia are not necessarily real dyscalculia, but only “potential” dyscalculia (i.e., which, at least, should be corroborated by clinical investigation).

Keywords: innumeracy; numeracy; dyscalculia; prevalence; adult

1. INTRODUCTION

L'innomérisme, tel qu'il a été défini par la *Commission générale de terminologie et de néologie* est l'« incapacité d'une personne à manier les nombres et le calcul dans les situations de la vie courante, même après avoir reçu un enseignement » (JORF, 2014). La capacité correspondante est appelée « numérisme » par cette même Commission ou, plus usuellement, « numératie », terme retenu pour le présent article. Puisque l'incapacité subsiste même après un enseignement, remarquons d'emblée que les situations d'innomérisme devraient aussi, voire surtout, concerner les adultes. Cela d'autant que la notion de dyscalculie développementale (Fischer, 2009), qui porte sur les difficultés spécifiques d'apprentissage du calcul ou des mathématiques, s'applique plutôt aux enfants et risquerait d'interférer avec la notion d'innomérisme.

1.1. Un bref historique dans la perspective d'une estimation de la prévalence

C'est à propos de certaines difficultés des adultes, comme comprendre la réalité des grands nombres (Hofstadter, 1982) ou résister à certaines fausses conceptions (Paulos, 1988), que le concept d'innomérisme a vu le jour. Paulos s'est, entre autres, appuyé sur la question de l'anniversaire, bien connue des mathématiciens probabilistes : Dans une assemblée de N personnes, à partir de quelle valeur de N la probabilité que deux d'entre elles aient leur anniversaire un même jour excèdera-t-elle $\frac{1}{2}$? Beaucoup de profanes répondent, du fait que l'année non bissextile fait 365 jours, qu'il faut que N soit supérieur à 182. En fait, le calcul

montre, pour des années de 365 jours et une équi-répartition des naissances sur l'année, que N supérieur à 22 suffit.

Les études sur la numératie des adultes se sont démultipliées au cours des années 1990. En psychologie cognitive ces études comparent souvent des personnes adultes âgées et jeunes sur des questions arithmétiques beaucoup plus circonscrites que le champ couvert par la numératie, par exemple le choix d'une stratégie de multiplication (Lemaire, Arnaud, & Lecacheur, 2004 ; Siegler & Lemaire, 1997). Même si les personnes âgées présentent quelques faiblesses comparativement aux personnes jeunes elles ne sont nullement assimilables à des personnes innumériques. De telles études ne sont donc pas adaptées – et, au demeurant, n'étaient pas planifiées – pour caractériser l'innumérisme.

Dans le domaine de la prise de décision de nombreux articles soulignent l'importance d'un bon niveau de numératie (e.g., Peters *et al.*, 2006). Les prises de décision individuelles concernent souvent des questions de santé (e.g., Schwartz, Woloshin, Black, & Welch, 1997) et se basent fondamentalement sur des raisonnements probabilistes. A tel point que certains auteurs redéfinissent la numératie comme « la capacité à traiter les concepts probabilistes et numériques de base » (Peters *et al.*, 2006, p. 407). Pour démontrer l'importance de la numératie, les participants de plusieurs recherches empiriques ont été séparés en deux sur la base de leur performance à un test de la numératie ainsi redéfinie : le groupe fort regroupe ceux dont le score est supérieur (ou égal) à la médiane des scores et le groupe faible ceux dont le score est inférieur (Chapman & Liu, 2009 ; Garcia-Retamero, Cokely, & Hoffrage, 2015 ; Pachur & Galesic, 2013, étude 2). Dans le but d'une réflexion sur le concept d'innumérisme, l'approche comparant les groupes fort et faible n'est toutefois pas non plus d'une grande utilité. En effet, il n'est guère envisageable que tout le groupe faible, qui représente la moitié de la population, soit en situation d'innumérisme.

Dans les enquêtes récentes sur de grands échantillons on distingue souvent plus de deux niveaux de numératie (Bynner & Parsons, 2006 ; Carpentieri, Litster, & Frumkin, 2009 ; Jenkins *et al.*, 2011 ; OCDE, 2013). Cependant, la définition des niveaux ne permet pas d'identifier les personnes du niveau de numératie le plus faible aux personnes innumériques. Ces enquêtes ne peuvent donc conduire qu'à une estimation incertaine de la prévalence de l'innumérisme. Par ailleurs, les tests récemment pratiqués aux Journées Défense et Citoyenneté présentent eux aussi une limitation majeure : ils ne concernent en effet que des jeunes adultes de, typiquement, 18 ans (Fischer, 2012 ; Vourc'h & Herrero, 2014). En revanche, l'enquête IVQ (informations sur la vie quotidienne) de l'Insee de 2011 (Jonas, 2012 ; Jonas, Lebrère, Pommier, & Trosseille, 2013), qui porte sur des adultes de 16 à 65 ans et à laquelle nous avons eu accès, constitue une source de référence précieuse pour approcher la notion d'innumérisme. En outre, ses résultats pourront être confrontés à ceux de l'enquête internationale PIAAC (*Programme for the international assessment of adult competencies* : OCDE, 2013), qui rapporte des statistiques sur les compétences en numératie de 7000 personnes adultes en France (Jonas, 2013).

1.2. Une difficulté méthodologique

Dans la perspective de l'étude de l'innumérisme, une difficulté majeure provient du fait que l'innumérisme devrait être, mais n'est pas vraiment, une variable binaire. Compte tenu du niveau de difficulté varié des problèmes numériques de la vie courante on peut en effet difficilement dire si une personne est, ou n'est pas (ou plus), compétente dans le maniement des nombres et du calcul. Un exemple précis illustre cette difficulté à rendre compte de la compétence numérique par une variable binaire : Savoir que l'écart entre deux températures, l'une de $+35^{\circ}$ et l'autre de -10° , est 45° (question posée dans l'enquête IVQ) atteste d'une compétence fort éloignée de celle qui consiste à savoir qu'un téléphone mobile initialement à 180 €, offert avec une réduction de 15 %, reste moins cher qu'un téléphone identique

initialement à 220 € mais avec une réduction de 25 % (question posée à des consommateurs par Graffeo, Polonio, & Bonini, 2015).

En réponse à cette difficulté, nous utiliserons, dans la présente étude, une procédure de coupure. La procédure de coupure est usuelle dans d'autres domaines, par exemple dans l'approche du handicap mental par le QI (coupure à 70). La localisation de la coupure est certes arbitraire, mais en statistiques inférentielles le seuil de 5 % est omniprésent. Même s'il est souvent critiqué, voire tourné en dérision (voir le titre de Cohen, 1994), ce seuil a l'avantage scientifique d'être reproductible. En conséquence, et comme l'enquête IVQ incluait une épreuve de numératie dont le score varie de 0 à 18, nous considérons qu'un participant est en situation d'innomérisme si son score est inférieur de plus de 1,645 écart-type à la moyenne des scores. Avec ce choix, 5 % de personnes seraient en situation d'innomérisme si la distribution des scores suivait une loi normale (de paramètre les moyenne et écart-type de l'échantillon). Une estimation de la prévalence de l'innomérisme peut alors paraître inutile, mais d'une part la distribution des scores n'est pas parfaitement normale, d'autre part, et surtout, les comparaisons de prévalence entre sous-populations déterminées par le niveau d'étude, le genre, ou l'âge gardent tout leur intérêt.

1.3. Les buts de la recherche

Après avoir souligné les différentes approches et la difficulté d'une définition opératoire de l'innomérisme dans la présente partie 1, nous décrivons succinctement l'enquête de l'Insee (partie 2), notamment l'élaboration du score de numératie. Ensuite, dans la partie 3, nous nous proposons d'estimer la prévalence de l'innomérisme (partie 3.1) et d'analyser l'importance de différents facteurs (partie 3.2), certaines difficultés pratiques engendrées par l'innomérisme, (partie 3.3) et la relation entre innomérisme et dyscalculie (partie 3.4). La discussion (partie 4) reprendra ces différents points avec, en outre, une comparaison de nos estimations de prévalence de l'innomérisme et de la dyscalculie en 2011 avec celles de 2004 (partie 4.5).

2. L'ENQUETE DE L'INSEE

2.1. L'échantillon

L'enquête porte sur les personnes âgées de 16 à 65 ans et résidant en France métropolitaine. Un échantillon de 16200 logements a été tiré au sort avec toutefois une surreprésentation voulue de certaines régions, et, surtout, des zones urbaines sensibles.

Cette non-représentativité de l'échantillon nous conduit souvent à indiquer deux pourcentages : celui estimé dans la population française (les personnes résidant en France métropolitaine), qui rectifie cette non-représentativité en accordant des poids différents aux participants, et celui dans l'échantillon, qui est un pourcentage réellement observé. Cette observation réelle est exigée pour des tests comme le chi-deux, et indispensable lorsque nous discutons des personnes individuelles. Techniquement, une estimation dans la population française, par exemple des personnes innumériques, est obtenue en divisant la somme des poids des personnes détectées innumériques dans l'échantillon par la somme des poids de toutes les personnes de l'échantillon.

2.2. L'épreuve de numératie

La procédure de test comportait deux phases : d'abord les participants étaient soumis à deux items de lecture de nombres arabes (à, respectivement, 5 et 8 chiffres) et à 3 items d'orientation (problèmes arithmétiques comme celui de l'écart de température dans la partie 1.2) ; ensuite, les participants ayant réussi 2 (ou 3) items d'orientation étaient dispensés des 7 items ordonnés d'un module, qualifié de bas, et étaient soumis directement aux 6 items ordonnés du module haut ; en revanche, les participants ayant échoué à plus d'un des 3 items d'orientation ont d'abord été soumis aux items du module bas. Lorsqu'un participant produit

trois réponses erronées (consécutives) l'interrogation est arrêtée. Une telle procédure d'administration permet de ne pas désintéresser les participants avec des questions inappropriées à leur niveau et peut être justifiée par le rangement quasi-parfait des questions IVQ des plus simples aux plus complexes (Charron & Meljac, 2003).

Les items portaient tous sur des calculs et raisonnements de la vie courante : températures, prix et coûts par exemple. Les sous-dimensions mathématiques explorées par ces items sont : structures additives, structures multiplicatives, pourcentages et règle de 3 (ces deux dernières uniquement dans le module haut). Les items précis étaient ceux déjà utilisés dans l'enquête IVQ de 2004, mais ne peuvent être divulgués (pour « protéger » une reproduction, envisagée en 2022, de l'enquête). On peut toutefois trouver des exemples typiques très ressemblants pour chacun des modules (orientation, bas, haut) dans l'Annexe de Fischer et Charron (2009). En outre, nous résumons fidèlement le seul item (du module d'orientation) – celui de l'écart entre température – dont la connaissance exacte s'avère nécessaire.

Les questions de numératie sont toutes posées oralement. La question est répétée autant de fois que le participant le souhaite. Les participants disposent de feuilles blanches et d'un stylo, mais pas d'une calculatrice.

2.3. L'élaboration du score SNU

L'attribution automatique d'une réussite aux items du module bas aux personnes orientées vers le module haut et d'un échec à tous les items non posés par suite de l'arrêt du test après 3 échecs ont permis aux statisticiens de l'Insee de produire un score, noté SNU (score de numératie), qui consiste en la somme simple des réussites (réelles ou imputées) aux 18 items du test de numératie (module d'orientation inclus). Le score SNU varie donc de 0 à 18.

Cependant, les refus de l'enquête, les refus des exercices et les abandons font que nous ne disposons du score SNU que pour 12703 participants. Il convient de garder ce problème méthodologique à l'esprit car les personnes dont le score SNU n'est pas disponible peuvent se distinguer des autres. Par exemple, nous avons pu vérifier que 805 personnes, qui par suite d'un refus ou d'un abandon ont répondu seulement aux 5 premiers items (et ne se voient donc pas affecter un score SNU), sont significativement moins performantes que les 12703 participants : 3,21 réussites (écart-type = 1,52) vs. 3,93 réussites (écart-type = 1,28), sur 5 ; $t(13506) = 12,58$; $p < 0,001$; t-test pour variances inégales).

2.4. L'épreuve de littératie

Alors que le score de numératie suffit pour déterminer les personnes en situation d'innumérisme, il faut disposer d'un score de littératie pour déterminer les personnes dyscalculiques (voir le 3.4). En outre, pour qualifier une dyscalculie de profonde¹, il faut vérifier si ce score de littératie est significativement inférieur à la moyenne de la population. Comme les enquêtes IVQ incluait aussi, et surtout, une épreuve de littératie nous avons simplement repris la procédure d'élaboration du score en littératie de Fischer et Charron (2009 p. 91). Remarquons que l'épreuve de littératie était beaucoup plus longue que l'épreuve de numératie et administrée en premier, alors qu'un questionnaire (biographique ou non) était proposé en dernier.

3. L'ANALYSE DES DONNEES

¹ Fischer et Charron (2009, Encadré 1) parlent d'une personne en situation de dyscalculie profonde lorsqu'elle présente un pattern classique de dyscalculie (i.e, faible en numératie mais significativement meilleure en littératie), mais que sa performance en littératie est néanmoins significativement inférieure à la moyenne de la population (ce qui suggère donc que la personne doit être très faible en numératie).

3.1. La prévalence de l'innumérisme

Sur la figure 1, nous avons tracé la distribution des scores des 12703 personnes ayant effectivement passé le module de numératie. La courbe normale ajustée à l'ensemble des scores a pour paramètres les moyenne (12,9) et écart-type (3,14) des scores ; la courbe normale ajustée aux scores supérieurs ou égaux à 9 a pour paramètres les moyenne (13,6) et écart-type (1,93) des scores des 11566 personnes présumées non innumériques.

Le test de normalité de Lilliefors, basé sur la statistique D de Kolmogorov-Smirnov, conduit au rejet de l'hypothèse de normalité, aussi bien pour la courbe ajustée à l'ensemble des scores ($D = 0,193$; $p < .001$) que pour celle ajustée aux scores supérieurs ou égaux à 9 ($D = 0,124$; $p < .001$). Mais cette diminution de D corrobore l'impression visuelle suggérant que la seconde s'ajuste mieux aux données que la première.

INSERER LA FIGURE 1 APPROXIMATIVEMENT ICI

Avec le critère introduit (plus de 1,645 écart-type en dessous de la moyenne : voir le 1.2)², nous avons repéré 1137 personnes en situation d'innumérisme dans l'échantillon, soit 8,95 %. Mais, dans la population française, l'estimation de ce pourcentage se réduit à 7,03 %.

² La figure 1 suggère, et le calcul le confirme, que l'on pourrait simplement identifier les participants innumériques par leur score SNU inférieur à 9. Mais un tel critère serait *ad hoc* et non utilisable avec un test de numératie différent.

3.2. Les facteurs de l'innumérisme

3.2.1. Une régression logistique

L'innumérisme est opérationnellement défini par la performance à des épreuves de numératie dans notre traitement des données IVQ. Les facteurs de l'innumérisme ont alors de bonnes chances d'être aussi des facteurs classiques d'une numératie affaiblie : niveau d'études, genre et âge (Charron, Fischer, & Meljac, 2008). Une analyse de régression logistique intégrant les pondérations permet de le vérifier. A cette fin, la détection de l'innumérisme d'une personne (variable binaire) est introduite comme variable dépendante, le niveau d'étude, le genre et l'âge comme facteurs de la régression logistique.

Dans le tableau I, les rapports de cote traduisent une probabilité plus ou moins forte à être classé innumérique. Une valeur supérieure à 1,00 pour une modalité donnée équivaut à plus de chances d'être innumérique chez les personnes présentant cette modalité que chez les personnes de référence³. Une valeur voisine de 1,00 indique des chances quasi-similaires et une valeur inférieure à 1 moins de chances d'être classé innumérique. Le tableau I montre clairement l'influence du niveau d'étude et du genre : les participants qui ont un niveau secondaire ou supérieur risquent significativement moins d'être classés innumériques ; les femmes significativement plus que les hommes. Pour l'âge, le résultat de la régression logistique conduit à des rapports de cote qui ne diffèrent que faiblement de 1,00 et qui peuvent être de sens opposé. L'influence de l'âge, au moins jusqu'à 65 ans, ne semble donc pas uniforme ; en particulier, la fréquence de l'innumérisme pourrait ne pas augmenter régulièrement avec l'âge croissant.

³ Dans ce type d'analyse, et pour chaque facteur, l'une de ses modalités, a priori quelconque, est prise comme modalité de référence : nos choix de la modalité de référence sont précisés dans le tableau I.

Tableau I

Facteurs de l'innumérisme

[Table I: Factors of innumeracy]

Facteur	Rapport de cotes (odds ratio) ^(a)	Effectif (après pondération)
Niveau d'étude		
Primaire ou moins	<i>Référence</i>	869
Secondaire	0,14***	7630
Supérieur	0,01***	4204
Age		
15 à 25 ans	<i>Référence</i>	2627
26 à 35 ans	1,05	2468
36 à 45 ans	1,48**	2724
46 à 55 ans	1,41**	2614
56 à 65 ans	0,75*	2271
Sexe		
Homme	<i>Référence</i>	6218
Femme	1,76***	6485

Note (a) : Les rapports de cotes suivis de 3, 2 ou 1 astérisque(s) diffèrent respectivement significativement de 1,00 au seuil .001, .01 ou .05 (l'unique rapport de cotes sans astérisque ne diffère pas significativement de 1,00 au seuil .10).

3.2.2. Une analyse d'erreur

Dans l'enquête IVQ les réponses numériques des participants ont été relevées, ce qui permet une analyse d'erreur plus riche que les simples réussites et échecs. Une telle analyse permet notamment d'approfondir la nature de la différence entre genres apparue dans l'analyse des scores SNU. Nous avons ainsi étudié un item particulier qui avait retenu l'attention de Fischer

et al. (2008). Pour cet item, on expliquait aux participants que, en plein désert, la température est, la nuit, de moins dix degrés et, le jour, de plus trente-cinq degrés ; il s'agissait simplement d'indiquer la différence de température entre la nuit et le jour.

Le tableau II expose la distribution des réponses correctes et erronées à cet item en fonction du genre. Il montre que la réponse erronée, largement majoritaire puisque produite par 21,10 % de l'ensemble des 12944 personnes à données exploitables, consiste à répondre 25 ou, extrêmement rarement (9 fois sur 12944), -25. Cette réponse résulte du calcul de la différence entre 35 et 10, calcul possiblement induit par les termes « moins » et « différence » dans l'énoncé de l'item. Mais le tableau II montre aussi que la distribution des réponses des hommes et celle des femmes à cet item diffèrent nettement : 15,30 % des hommes ont répondu 25 (en valeur absolue) contre 25,79 % des femmes. Un test de chi-deux confirme que la distribution des trois types de réponse possible diffère significativement, au seuil .001, entre genres [$\chi^2(2) = 315,12$].

Tableau II

Distribution des réponses correctes (calcul de la somme des valeurs absolues des deux températures) et des réponses erronées majoritaires (calcul de la différence) en fonction du genre

[Distribution of the correct response (calculating the sum of the two absolute temperature values) and of the main erroneous answer (calculating the difference) as a function of gender]

Genre	Valeur absolue de la réponse			Total
	45 (correcte)	25 (erronée)	Autre	
Homme	4178 (72,21 %)	885 (15,30 %)	723 (12,50 %)	5786
Femme	4112 (57,45 %)	1846 (25,79 %)	1200 (16,76 %)	7158
Total	8290 (64,05 %)	2731 (21,10 %)	1923 (14,86 %)	12944

Lorsqu'on introduit les poids pour obtenir une estimation dans la population française, les pourcentages des hommes et des femmes ayant répondu 25 (i.e. ayant erronément calculé une différence) diminuent un peu : 13,32 % et 23,45 % respectivement. Mais la différence entre hommes et femmes reste de la même ampleur.

3.3. Les difficultés engendrées par l'innumérisme

3.3.1. La difficulté à décoder une ordonnance

Deux items IVQ de littératie nécessitant des traitements numériques ont été soumis à tous les enquêtés. Ces items portaient sur une activité pratique de la vie quotidienne de presque tous

les Français adultes au début du 21^e siècle, à savoir le décodage d'une ordonnance médicale. Ces items sont d'autant plus intéressants qu'ils évitent deux artefacts pouvant expliquer des difficultés au test de numératie : la fatigue, car le module bas ou haut de numératie était proposé systématiquement à la fin des exercices alors que le module de littératie était proposé au début, et l'anxiété relative aux mathématiques créée par le contexte d'un test arithmétique chez beaucoup de personnes. Notre hypothèse sera que les personnes détectées en situation d'innumérisme sont en difficulté dans ces deux items.

Dans le premier de ces items, il s'agit de trouver le nombre de médicaments différents prescrits par un médecin. La question ne nécessite qu'un comptage (ou toute autre forme de dénombrement) de trois médicaments indiqués sur l'ordonnance. L'échec à une telle question pourrait donc être une indication pertinente d'innumérisme car le dénombrement de trois objets est maîtrisé par les enfants dès l'âge de 5 ans (Fischer, 1984).

Tableau III

Comparaison des pourcentages d'échec des participants, en situation d'innumérisme ou non, à deux items relatifs à la lecture et la compréhension d'une ordonnance médicale

[Comparison of the failure rate in the innumeracy subgroup, with that of the other participants, in a medical prescription reading and understanding task]

Question sur l'ordonnance	Innumérisme		Différence significative ^(a)
	Oui (n=1137)	Non (n=11556)	
(1) Dénombrement du nombre de médicaments	35,1	11,8	Oui
(2) Jour et condition de la consultation	67,8	34,5	Oui

Note (a) : Différence testée avec le test exact de Fisher au seuil .001

Dans le second de ces items, il s'agissait de trouver le jour et les conditions (avec ou sans rendez-vous) où le malade s'est fait prescrire cette ordonnance. La réponse correcte à cet item nécessite non seulement la lecture (numérique) des heures, mais aussi une certaine logique des propositions temporelle pour se retrouver dans les horaires de consultation très alambiqués du médecin. On peut donc prédire que les participants en situation d'innumérisme devraient échouer à cet item. Comme la probabilité de répondre (un choix parmi 4 réponses effectives) correctement à cet item par chance est de 25 %, on peut considérer que les 67,8 % d'échec (i.e. 32,2 % de réussite) rapportés dans le tableau III traduisent un échec quasi-systématique.

3.3.2. La difficulté à lire une facture

Une manière directe, évitant le détour par la performance à une tâche numérique, pour attester de l'innumérisme d'une personne consiste à lui demander si elle a des difficultés dans des tâches au moins partiellement numériques de la vie courante. Le questionnaire IVQ inclut notamment une question relative à la difficulté à lire des factures. Les modalités de réponse apparaissent dans la première colonne du tableau IV. Notre prédiction est que les personnes détectées en situation d'innumérisme devraient répondre qu'elles ont toujours des difficultés, alors que les autres personnes devraient davantage répondre qu'elles n'ont pas de difficulté.

Tableau IV

Comparaison des pourcentages de différents types de réponse des participants, en situation d'innumérisme ou non, à la question d'auto-évaluation déclarative de la difficulté à lire une facture (entre parenthèses, l'estimation dans la population française par les pondérations) [Comparison of the percentages of different types of responses in the innumeracy subgroup, with those of the other participants, in a declarative self-evaluation task of the difficulties for reading an invoice (in parentheses, the estimations in the French population through weighing)]

Réponse à la question sur la difficulté à lire une facture	Innumérisme ^(a)	
	Oui (n=1137)	Non (n=11566)
(1) Oui, toujours	3,9 (2,7)	0,6 (0,7)
(2) Oui, parfois	10,0 (10,9)	4,3 (4,5)
(3) Non, pas de difficulté	79,1 (75,9)	91,9 (90,0)
(4) Non, ne le fait jamais	7,0 (10,6)	3,3 (4,9)

Note (a) : Le test global du χ^2 , avec 3 degrés de liberté, indique une différence significative au seuil .001

Le tableau IV confirme les deux prédictions. Néanmoins, le pourcentage de personnes en situation d'innumérisme qui reconnaissent qu'elles ont systématiquement des difficultés à lire une facture est très faible : 3,9 % dans l'échantillon ou 2,7 % dans la population française. Il est vrai que si l'on ajoute les personnes à difficultés non systématiques et celles qui répondent ne jamais lire de facture (ce qui évite la difficulté), le pourcentage de personnes innumériques qui semblent en difficulté dans la lecture de factures s'élève à 20,9 % dans l'échantillon, ou à 24,1 % dans la population française.

3.4. La relation entre innumérisme et dyscalculie

Selon les critères de Fischer et Charron (2009, Encadré 1 p. 89), une personne est potentiellement dyscalculique si son score à une épreuve de numératie est significativement inférieur à celui de la population parente (critère 1 de numératie faible) et si son score de numératie est significativement inférieur à un score comparable de littératie (critère 2 de discrédance). L'opérationnalisation statistique de ces critères est aussi précisée dans Fischer et Charron (2009, Encadré 2 p. 89).

Une telle approche de la dyscalculie présente un avantage méthodologique sur la notion d'innumérisme. En effet, dans fichier IVQ 2011 originel les commentaires des enquêteurs permettent d'identifier 472 enquêtés qui, tout en ne refusant pas les exercices, ne jouent pas le jeu. Or un tel enquêté a de fortes chances d'avoir de faibles performances en numératie et donc d'être classé innumérique. En revanche, comme un tel enquêté devrait avoir aussi des performances médiocres en littératie, il ne sera pas classé dyscalculique potentiel puisque sa performance, médiocre dans les deux domaines, ne sera pas significativement meilleure en littératie qu'en numératie. Par exemple, l'enquêté n° 110005140100 n'a pas joué le jeu selon l'enquêteur et se retrouve avec un score nul aussi bien en numératie qu'en littératie. Alors qu'il fait partie des 1137 personnes innumériques, il ne fera pas partie des personnes potentiellement⁴ dyscalculiques. Cela semble préférable puisque nous ne connaissons pas ses compétences réelles. De même, d'après les commentaires en toutes lettres des enquêteurs, plusieurs personnes ont invoqué des problèmes périphériques de langage (audition, vision). Comme ces problèmes peuvent affecter aussi bien l'épreuve de numératie que celle de

⁴ Nous parlons de dyscalculie « potentielle » car la performance à des tests uniques de numératie et littératie ne permet pas, à elle seule, de conclure qu'une personne « souffre » d'une dyscalculie (maladie): elle peut simplement identifier un profil de personne dyscalculique (faible en numératie, significativement meilleure en littératie), quelle qu'en soient les raisons.

littératie, ces personnes risquent d'avoir de faibles performances à la fois en numératie et en littératie : elles seront alors classées « innumériques » (à tort), mais non dyscalculiques (à raison).

Le critère d'innumérisme utilisé est en fait le premier critère 1 (numératie faible) de dyscalculie potentielle. La relation entre l'innumérisme et la dyscalculie est donc une relation d'implication logique : toute personne potentiellement dyscalculique sera catégorisée dans l'innumérisme. En mettant en oeuvre les critères opérationnalisés référés ci-dessus, nous avons identifié, dans l'échantillon, 458 personnes potentiellement dyscalculiques parmi les 1137 personnes en situation d'innumérisme. Dans la population, l'estimation du pourcentage des dyscalculies potentielles est de 2,76 % ; ce pourcentage est clairement inférieur à celui des personnes en situation d'innumérisme (= 7,03 %).

4. DISCUSSION

4.1. Une prévalence de l'innumérisme estimée à 7 %

La non-normalité de la distribution des scores de numératie a conduit à un pourcentage de personnes en situation d'innumérisme nettement plus important que les 5 % auxquels conduit notre critère d'au moins 1,645 écart-type en dessous de la moyenne en cas de distribution parfaitement normale. Ce pourcentage, de près de 9 % dans l'échantillon et de 7 % dans la population française, ne peut être comparé directement à un autre faute d'absence d'un tel essai d'estimation de la prévalence dans la littérature. Cependant, l'étude PIAAC dans 24 pays de l'OCDE, nous permet d'étayer la plausibilité d'une telle estimation.

Dans l'enquête PIAAC, les auteurs ont utilisé un modèle de réponse à l'item (modèle logistique à deux paramètres) pour caractériser le niveau de compétence des enquêtés (Jonas *et al.*, 2013). Pour ce faire, les auteurs regardent la localisation des enquêtés sur l'échelle commune aux personnes et aux items issue de la modélisation : le modèle prédit alors qu'un

enquêté aura réussi environ deux tiers des items situés à son niveau sur l'échelle, la plupart de ceux en dessous et quelques-uns au-dessus. Cette échelle étant une échelle d'intervalles, l'unité, qui sert simplement à la localisation des personnes et des items sur l'échelle, est arbitraire et appelée « point ». Comme dans l'étude PIAAC la moyenne a été fixée à 250 points et l'écart-type à 50 points, des scores jusqu'à 500 points ont pu être affectés aux enquêtés.

Six niveaux de compétence ont ainsi été distingués. Le niveau inférieur de la numératie (moins de 176 points), que nous notons 0, pourrait définir l'innumérisme car dès le niveau 1 (de 176 points jusqu'à 226 exclu) les participants doivent mettre en œuvre des opérations arithmétiques basiques et comprendre des pourcentages simples comme 50 % (voir OCDE (2013, Table 2.3, p. 76). Avec une telle définition de l'innumérisme, les 5 % de personnes se situant au niveau 0 (dans les 24 pays de l'OCDE impliqués dans l'étude PIAAC) seraient en situation d'innumérisme. Mais, pour comparaison avec notre estimation à partir d'IVQ, il est important de préciser que pour les participants français à l'étude PIAAC ce pourcentage s'élèverait à 9,1 %. Notre estimation de 7 % semble compatible avec un tel pourcentage de 9,1 % issu de l'analyse de l'enquête PIAAC, d'autant que les abandons ou refus de l'enquête IVQ ont pu diminuer un peu le pourcentage de personnes innumériques.

4.2. Les facteurs confirmés (niveau d'études et genre) ou non (âge) de l'innumérisme

La régression logistique (voir le tableau I) a confirmé clairement que le niveau d'études et le genre sont deux facteurs de l'innumérisme. Le premier facteur – le niveau d'études – ne nécessite guère d'explications. Le second facteur, le genre, peut s'expliquer par des considérations sociétales. Nous pensons notamment au fait que les filles choisissent moins souvent des filières scientifiques et techniques au cours de leurs études et que, ensuite et en conséquence, les femmes occupent moins souvent des professions nécessitant du calcul et des raisonnements arithmétiques. Une statistique récente montre ainsi qu'à la rentrée 2014 les

filles ne représentent encore que 13 % des effectifs de terminale générale série S-Sciences de l'ingénieur, alors qu'elles représentent 79 % en série L-Langue vivante (MENESR, 2016).

Dans l'étude anglaise de Jenkins *et al.* (2011), qui porte sur des adultes âgés de plus 50 ans, les femmes sont surreprésentées dans le groupe de numératie la plus faible et sous-représentées dans le groupe de numératie la plus forte. Certes, les personnes incluses dans l'étude de Jenkins *et al.* peuvent être plus âgées que celles de l'enquête IVQ (qui s'arrête à 65 ans), mais cette observation apparaît déjà clairement dans le groupe d'âge de 50 à 59 ans de l'étude de Jenkins *et al.* Plus localement, le pourcentage d'erreur d'opération arithmétique pour un item de calcul de l'écart entre deux températures (voir le tableau II), plus élevé chez les femmes que chez les hommes, illustre bien cette différence entre genres lorsque le langage peut induire en erreur.

Pour ce qui concerne l'âge, la non-uniformité de son effet sur la probabilité d'être innumérique (voir le tableau I) reflète les résultats ambigus dans la littérature relative à l'influence de l'âge sur la numératie. Dans l'enquête PIAAC, aussi bien en France que dans l'ensemble des 24 pays de l'OCDE concernés, le groupe d'âge 25-34 ans (plutôt que 16-24 ans) est le plus performant et la performance décline ensuite dans les groupes d'âge successifs suivants (36-44, 45-54 et 55-65 ans). Mais, avec des tâches différentes (notamment une tâche de comparaison de nombres), Norris, McGeown, Guerrini et Castronovo (2015) observent un effet positif de l'âge sur la capacité mathématique et le traitement numérique symbolique basique en comparant un groupe de 25 adultes jeunes (18-25 ans) et de 25 adultes plus âgés (60-77 ans).

Cette non-uniformité des effets de l'âge conduit alors à des explications contradictoires. D'une part la baisse est expliquée par le fait que les adultes âgés sont, pour beaucoup d'entre eux, déjà sortis de la vie professionnelle et éloignés du travail scolaire et des questions de culture numérique de leurs enfants ; en outre, ils subissent un ralentissement cognitif général

(Bugg *et al.*, 2006). Mais, d'autre part, les traitements quantitatifs pourraient être plus résilients que d'autres, au moins jusqu'à 65 ans (Cappelletti, Didino, Stoianov, & Zorzi, 2014), voire au-delà (Lambrechts *et al.*, 2013) ; en outre, l'effet cumulé de l'exposition aux nombres tout au long de la vie pourrait améliorer le niveau mathématique et renforcer les habiletés numériques symboliques basiques (Norris *et al.*, 2015).

4.3. Les conséquences pratiques

Les résultats rapportés dans le tableau III confirment que les personnes en situation d'innumérisme sont moins performantes que les autres dans un dénombrement vraiment élémentaire, à savoir trois médicaments différents dans une prescription, et dans un décodage des jours et horaires de consultation d'un médecin. Le pourcentage d'échec des 1137 personnes en situation d'innumérisme est en effet significativement supérieur à celui des autres personnes aux deux items de littératie dérivés de la lecture d'une ordonnance. Mais les résultats au premier item attirent aussi l'attention sur une difficulté de lecture, d'autant que la comorbidité des dyscalculie et dyslexie a souvent été soulignée (e.g., Rubinsten, 2009). Nous émettons donc l'hypothèse qu'une lecture trop rapide, ou trop superficielle, a pu interférer avec le dénombrement des trois médicaments car l'ordonnance indique aussi deux flacons et deux boîtes. Il est en effet difficile de croire que près de 12 % des personnes de l'échantillon, non en situation d'innumérisme, ne savent pas dénombrer trois. Il n'en demeure pas moins que plus d'un tiers des personnes en situation d'innumérisme ne répond pas correctement qu'il y a trois médicaments. Si on considère que les 11,8 % d'échecs des personnes non innumériques constituent une bonne estimation des échecs accidentels à la question, on peut conclure que près d'un quart des personnes en situation d'innumérisme n'arrivent pas à répondre qu'il y a trois médicaments prescrits sur l'ordonnance.

Les résultats rapportés dans le tableau IV ne se conforment pas vraiment à la prédiction selon laquelle des personnes en situation d'innumérisme devraient être incapables de lire une

facture. En effet, d'après notre estimation dans la population, il n'y aurait guère que 24,1 % de personnes innumériques qui déclareraient, au moins indirectement, éprouver des difficultés. Nous émettons l'hypothèse que beaucoup de personnes innumériques mettent en œuvre des stratégies d'évitement. Ces dernières sont bien connues dans le domaine de la lecture : les personnes (dans l'illettrisme) prétextent souvent qu'elles ont oublié leurs lunettes quand on leur demande de lire un petit texte. Selon Bynner et Parsons (2006), la différence entre test objectif et reconnaissance individuelle (déclarative) de la difficulté est particulièrement forte en numératie, où il est possible qu'il y ait jusqu'à quatre fois plus de gens à faible capacité que ceux qui reconnaissent leurs difficultés. Notre observation semble en accord : pour obtenir que 100 % des personnes, présumées en situation d'innumérisme dans la population, « avouent » avoir quelque difficulté à lire une facture, les 24,1 % que nous avons obtenus devraient être multipliés par 4,15, un facteur multiplicatif tout à fait comparable à celui avancé par Bynner et Parsons (2006).

On imagine alors d'autres problèmes que peut poser l'innumérisme. Notamment dans le domaine de la gestion des problèmes de santé qui devient de plus en plus importante avec l'augmentation de l'espérance de vie et des connaissances médicales. On peut penser non seulement à la prise de médicaments, mais aussi à la compréhension et l'évaluation des risques (Reyna, Nelson, Han, & Dieckmann, 2009 ; Wood *et al.*, 2011 ; voir aussi l'introduction). D'ailleurs, on a pu relier la mauvaise santé à l'âge adulte (dès la quarantaine) des personnes nées avant terme à leurs faibles habiletés mathématiques (Basten *et al.*, 2015). On peut penser aussi aux méthodes commerciales qui cherchent à tromper les acheteurs, parfois avec de subtiles distorsions de prix (Coulter & Coulter, 2007), mais souvent par des méthodes moins subtiles (par exemple, les prix annoncés par le seul montant d'un remboursement mensuel ; les taux d'intérêt des crédits précisés mensuellement ; etc.).

4.4. La notion d'innumérisme est-elle préférable à celle de dyscalculie ?

Le rapport de la dyscalculie à l'innumérisme peut être vu comme l'analogie, dans le domaine du calcul, de celui de la dyslexie à l'illettrisme dans le domaine de la lecture. Le concept de dyscalculie, ou d'acalculie en neuropsychologie (voir Fischer, 2009), est plus ancien que celui d'innumérisme. Mais, la notion d'innumérisme a été « popularisée » dans l'Education Nationale par un dossier de presse du ministre Chatel (2011).

Dans ce dossier, il est d'emblée souligné que les élèves en situation d'innumérisme « ne relèvent d'aucune pathologie particulière (dyscalculie ou autre) » (p. 3). Par la suite, la loi du 8 juillet 2013, dite de « refondation de l'école », a fait de la lutte contre l'innumérisme une « priorité nationale » (article L. 121-2 du code de l'éducation). L'âge des élèves de l'Education Nationale peut faire douter de la pertinence de cette utilisation puisque la définition de l'innumérisme suggère que les personnes concernées doivent déjà avoir suivi un enseignement. Mais comme les compétences du ministre couvrent aussi l'enseignement supérieur et que les apprentissages numériques fondamentaux commencent dès les premières années d'école primaire, cette utilisation n'est pas totalement inappropriée. En outre, on comprend facilement pourquoi la connotation médicale de la dyscalculie a pu faire préférer la notion d'innumérisme (à celle de dyscalculie) au pouvoir politique. Rembourser des centaines de milliers d'IRM (imagerie par résonance magnétique) dans une économie en crise était dissuasif !

En reprenant à l'identique les critères de dyscalculie de Fischer et Charron (2009), nous avons dénombré 2,76 % de personnes potentiellement dyscalculiques dans la population française (dont 0,58% cas de dyscalculie profonde), contre 7,03 % de personnes innumériques. Cette différence importante – plus de 4 %, ou plus du double dans un rapport multiplicatif – s'explique par le grand nombre de personnes qui présentent des faiblesses dans les deux domaines des apprentissages scolaires basiques : le français et les mathématiques. En

effet, le second critère opérationnel de la dyscalculie (discrédance) conduit, en pratique, à partir des personnes innumériques qui vérifient le premier critère opérationnel de dyscalculie (numératie faible) et à éliminer ensuite celles dont la performance en littératie n'est pas significativement meilleure.

Ce pourcentage de près de 3 % peut être rapproché d'un pourcentage dérivé de l'étude DfES 2003 (Carpentieri *et al.*, 2009). Dans cette dernière, sur une population anglaise active (16-65 ans), 3 % des répondants ont un score de numératie très inférieur à celui de la littératie (i.e., 3 ou 4 niveaux en dessous, 4 étant l'écart maximal possible). Si l'on retient cette faiblesse sélective en numératie comme un critère de dyscalculie potentielle, on voit qu'il est du même ordre de grandeur que le nôtre. Une telle concordance, par deux approches différentes et indépendantes, semble importante dans un domaine aussi cacophonique que peut l'être l'estimation de la prévalence de la dyscalculie (Fischer, 2011).

4.5. Une comparaison avec IVQ 2004

Bien qu'on ne puisse pas exclure une évolution dans le temps, les sept années de différence entre les deux enquêtes IVQ de l'Insee ne devraient pas bouleverser la prévalence de l'innumérisme ou de la dyscalculie dans la population française des personnes adultes. Pour arriver à une comparaison plus juste, nous avons extrait les personnes de 16 ou 17 ans de l'échantillon 2011 car l'enquête de 2004 portait sur les personnes de 18 à 65 ans. En 2004 et 2011 respectivement, des pourcentages de 6,88 vs.7,13 % de personnes innumériques ont été relevés ; parmi ces dernières 2,95 vs.2,78 % étaient potentiellement dyscalculiques et, parmi ces personnes dyscalculiques, 0,55 vs.0,54 % étaient en situation de dyscalculie profonde. La prévisible bonne stabilité de ces différents pourcentages s'est donc confirmée.

5. CONCLUSION

Bien que le terme d' « innumérisme » souffre présentement de son appropriation par les nouvelles technologies, l'importance du concept d'innomérisme ne doit pas être masquée par ce problème de langage. Nous avons vu quelques conséquences pratiques négatives (lecture d'une ordonnance ou d'une facture) dans les réponses à l'enquête IVQ. Nous pouvons facilement envisager d'autres. Notamment dans la recherche d'un emploi⁵ puisque quasiment toutes les catégories professionnelles utilisent des formes élémentaires de mathématiques (Handel, 2010). Conscients de cette importance, nous avons tenté de mieux caractériser le concept d'innomérisme à partir de l'enquête IVQ 2011 de l'Insee.

Nous avons ainsi établi qu'il y a environ 7 % de personnes (entre 16 et 65 ans) en situation d'innomérisme en France en nous basant sur l'écart à la moyenne de leur score à une épreuve de numératie. Ces personnes sont plutôt des femmes dont le niveau d'études ne dépasse pas l'école primaire. Seule une minorité de ces personnes – moins de 3 % de la population – relève (sous réserve d'une confirmation clinique) d'un trouble spécifique du calcul, appelé dyscalculie. L'enquête comparable IVQ 2004 de l'Insee nous a permis de montrer une très bonne stabilité dans le temps de ces pourcentages de prévalence.

Références

- Basten, M., Jaekel, J., Johnson, S., Gilmore, C., & Wolke, D. (2015). Preterm birth and adult wealth: mathematics skills count. *Psychological Science*, 26 (10), 1608-1619.
- Bugg, J.M., Zook, N.A., DeLosh, E.L., Davalos, D.B., & Davis H.P. (2006). Age differences in fluid intelligence: Contributions of general slowing and frontal decline. *Brain and Cognition*, 62 (1), 9-16.

⁵ Vigier (2014), par ailleurs fondateur de l'Association pour la Prévention de l'Innumérisme, suggère une corrélation entre innumérisme et chômage.

- Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard D., (2011). Dyscalculia: From brain to education. *Science*, 332, 1049-1053.
- Bynner, J., & Parsons, S. (2006). *New light on literacy and numeracy*. London: NRDC Institute of Education.
- Cappelletti, M., Didino, D., Stoianov, I., & Zorzi, M. (2014). Number skills are maintained in healthy ageing. *Cognitive Psychology*, 69, 25-45.
- Carpentieri, J.D., Litster, J., & Frumkin, L. (2009). *Adult numeracy: A review of research*. London: NRDC Institute of Education.
- Chapman, G., & Liu, J. (2009). Numeracy, frequency, and Bayesian reasoning. *Judgment and Decision Making*, 4(1), 34-40.
- Charron, C., Fischer J.-P., & Meljac, C. (2008). Arithmetic after school: How do adults' mental arithmetic abilities evolve with age? *Research in the Schools*, 15(1), 9-26.
- Charron, C., & Meljac, C. (2003). L'évaluation de la « numéracie » au sein de l'enquête IVQ. Son fondement et quelques résultats ». In : *L'évaluation des bas niveaux de compétence à l'écrit* (pp. 81-89). Lyon: ANLCI.
- Chatel, L. (2011). *Une nouvelle ambition pour les sciences et les technologies à l'école*. Paris: MEN.
- Cohen, J. (1994). The earth is round ($p < .05$). *American Psychologist*, 49(12), 997-1003.
- Coulter, K.S., & Coulter, R.A. (2007). Distortion of price discount perceptions: The right digit effect. *Journal of Consumer Research*, 34(2), 162-175.
- Fischer, J.-P. (1984). L'appréhension du nombre par le jeune enfant. *Enfance*, 2, 167-187.
- Fischer, J.-P. (2009). Six questions ou propositions pour cerner la notion de dyscalculie développementale. *A.N.A.E.*, 21 (2), 117-133.

- Fischer, J.-P. (2011). La cacophonie à propos (de la prévalence) de la dyscalculie incite-t-elle à lui préférer la notion d'innumérisme? In : *Dyscalculie développementale et troubles d'apprentissage en mathématiques* (pp. 13-18). Montréal : Cénop.
- Fischer, J.-P. (2012). Que sont nos tables devenues ? *Psychologie & Éducation*, 4, 97-109.
- Fischer, J.-P., & Charron, C. (2009). Une étude de la dyscalculie à l'âge adulte. *Economie et Statistique*, 424-425, 87-101.
- Fischer, J.-P., Charron, C., & Meljac, C. (2008). Les différences entre sexes en arithmétique : des enfants aux adultes. *Bulletin de psychologie*, 61(3), 227-235.
- Garcia-Retamero, R., Cokely, E.T., & Hoffrage, U. (2015). Visual aids improve diagnostic inferences and metacognitive judgment calibration. *Frontiers in Psychology*, 6:932.
- Graffeo, M., Polonio, L., & Bonini, N. (2015). Individual differences in competent consumer choice: the role of cognitive reflection and numeracy skills. *Frontiers in Psychology*, 6:844.
- Handel, M.J. (2010). *What do people do at work? A profile of U.S. jobs from the survey of workplace skills, technology, and management practices (STAMP)*. Boston: Northeastern University.
- Hofstadter, D.R. (1982). Number numbness, or why innumeracy may be just as dangerous as illiteracy. *Scientific American*, 246(5), 20-34.
- Jenkins, A., Ackerman, R., Frumkin, L., Salter, E., & Vorhaus, J. (2011). *Literacy, numeracy and disadvantage among older adults in England*. London : Institute of Education.
- Jonas, N. (2012). Pour les générations les plus récentes, les difficultés des adultes diminuent à l'écrit, mais augmentent en calcul. *Insee Première*, 1426, 1-4.
- Jonas, N. (2013). Les capacités des adultes à maîtriser des informations écrites ou chiffrées : Résultats de l'enquête PIAAC 2012. *Insee Première*, 1467, 1-4.

- Jonas, N., Lebrère, A., Pommier, P., & Trosseille, B. (2013). Mesurer les compétences des adultes : comparaison de deux enquêtes. *Insee Analyses*, 13, 1-4.
- JORF (2014). Termes « innumérisme » et « numérisme » adoptés par la Commission générale de terminologie et de néologie. *Journal Officiel de la République Française*, n° 90, texte 57.
- Lambrechts, A., Karolis, V., Garcia, S., Obende, J., & Cappelletti, M. (2013). Age does not count: resilience of quantity processing in healthy ageing. *Frontiers in Psychology*, 4:865.
- Lemaire, P., Arnaud, L., & Lecacheur, M. (2004). Adults' age-related differences in adaptivity of strategy choices: Evidence from computational estimation. *Psychology & Aging*, 19(3), 467-481.
- MENESR (2016). *Filles et garçons sur le chemin de l'égalité de l'école à l'enseignement supérieur*. Paris: DEPP.
- Norris, J.E., McGeown, W.J., Guerrini, C., & Castronovo, J. (2015). Aging and the number sense: preserved basic non-symbolic numerical processing and enhanced basic symbolic processing. *Frontiers in Psychology*, 6:999.
- OCDE (2013). *OECD skills outlook 2013: First results from the survey of adult skills*. Paris: OECD Publishing.
- Pachur, T., & Galesic, M. (2013). Strategy selection in risky choice: the impact of numeracy, affect, and cross-cultural differences. *Journal of Behavioral Decision Making*, 26(3), 260-271.
- Paulos, J.A. (1988). *Innumeracy: Mathematical illiteracy and its consequences*. New York: Hill and Wang.
- Peters, E., Vastfjall, E., Slovic, P., Mertz, C.K., Mazzocco, K., & Dickert, S. (2006). Numeracy and decision making. *Psychological Science*, 17(5), 407-413.

- Reyna, V.F., Nelson, W.L., Han, P.K., & Dieckmann, N.F. (2009). How numeracy influences risk comprehension and medical decision making. *Psychological Bulletin*, 135(6), 943-973.
- Rubinsten, O. (2009). Co-occurrence of developmental disorders: The case of developmental dyscalculia. *Cognitive Development*, 24(4), 362-370.
- Schwartz, L.M.L., Woloshin, S.S., Black, W.C.W., & Welch H.G.H. (1997). The role of numeracy in understanding the benefit of screening mammography. *Annals of Internal Medicine*, 127(11), 966-972.
- Siegler, R.S., & Lemaire, P. (1997). Older and younger adults' strategy choices in multiplication: Testing predictions of ASCM using the choice/no-choice method, *Journal of Experimental Psychology: General*, 126(1), 71-92.
- Vigier, M. (2014). *La France handicapée du calcul : Vaincre l'innumérisme pour sortir du chômage*. Paris: Atlantico éditions (Eyrolles E-Books).
- Vourc'h, R., & Herrero, S. (2014). *Journée Défense et Citoyenneté 2013 : un jeune français sur dix en difficulté dans l'utilisation des mathématiques de la vie quotidienne*. Paris: DEPP.
- Wood, S., Hanoch, Y., Barnes, A., Liu, P.-J., Cummings, J., Bhattacharya, C., & Rice, T. (2011). Numeracy and Medicare Part D: The importance of choice and literacy for numbers in optimizing decision making for medicare's prescription drug program, *Psychology and Aging*, 26(2), 295-307.
- Déclaration de conflit d'intérêt: aucun.