

No 11-522-XIF au catalogue

**La série des symposiums internationaux
de Statistique Canada - Recueil**

**Symposium 2006 : Enjeux
méthodologiques reliés à la
mesure de la santé des
populations**



2006



Statistics
Canada

Statistique
Canada

Canada

Estimation de la taille d'échantillon pour les enquêtes complexes : établissement d'un consensus dans un environnement d'hypothèses multiples, d'intervenants multiples et de contraintes budgétaires

Victor JC, O'Connor S, Diemert LM, Bondy S, Brown KS, Cohen J, Ferrence R, Garcia J, McDonald P, Selby P, Stephens T¹

Résumé

Comment estime-t-on efficacement la taille de l'échantillon tout en établissant un consensus entre de nombreux chercheurs pour des projets polyvalents? Nous présentons un modèle s'appuyant sur un tableur ordinaire pour produire des estimations de la puissance analytique, de la précision et des coûts financiers selon divers scénarios d'échantillonnage, tel qu'il a été utilisé lors de l'élaboration de l'Enquête sur le tabagisme en Ontario. En plus des estimations des coûts, des formules complexes de calcul de la taille d'échantillon ont été imbriquées dans un tableur pour déterminer la puissance et la précision des analyses, en tenant compte des effets de plan et des cas perdus de vue au suivi définis par l'utilisateur. Un tableur ordinaire peut être combiné à des formules complexes afin de faciliter l'échange de connaissances entre les méthodologistes et les intervenants, et en fait, de démystifier la « boîte noire de la taille d'échantillon ».

MOTS-CLÉS : taille d'échantillon, enquête représentative de la population, plan d'étude.

1. Introduction

Peu de chercheurs nieraient que le choix d'une taille d'échantillon adéquate est un aspect essentiel de tout bon plan d'étude. Les tailles d'échantillon requises pour les études expérimentales et les études par observation se calculent en général facilement à l'aide de formules et de logiciels standards. Par contre, l'estimation de la taille d'échantillon appropriée est un exercice compliqué lorsque l'étude a pour objectif d'examiner de multiples résultats ou de multiples expositions. Les formules et les logiciels standards sont d'une utilité limitée lorsque l'on doit déterminer la taille d'échantillon pour des enquêtes générales portant sur l'ensemble de la population. Ces enquêtes sont parfois conçues en vue de répondre à des objectifs multiples, comme la production d'estimations des résultats et des expositions à l'échelle de la population et la vérification d'hypothèses. Souvent, ces enquêtes sont réalisées par plusieurs chercheurs dont les intérêts de recherche diffèrent.

Nous présentons l'approche adoptée par l'Unité de recherche sur le tabac de l'Ontario (URTO) en vue d'établir le plan de sondage et la taille d'échantillon requise pour son Enquête sur le tabagisme en Ontario (OTS pour *Ontario Tobacco Survey*). L'OTS est une enquête téléphonique avec stratification selon la région réalisée auprès de plus de 7 500 adultes fumeurs et non fumeurs résidant en Ontario. L'enquête comprend une composante longitudinale avec renouvellement de l'échantillon en vue d'étudier les fumeurs et une composante transversale en vue d'étudier les non-fumeurs. Notre description de cette approche pourrait servir de guide à d'autres groupes de recherche entreprenant l'élaboration d'une enquête polyvalente à grande échelle.

¹J. Charles Victor, Shawn O'Connor, Lori M. Diemert, Susan Bondy, K. Stephen Brown, Joanna Cohen, Roberta Ferrence, John Garcia, Paul McDonald, Peter Selby, Thomas Stephens, Unité de la recherche sur le tabac de l'Ontario, 33 Russell St. Toronto (Ontario) Canada M5S 2S1. Courriel de l'auteur-ressource : charles_victor@camh.net.

2. Contexte

L'Unité de recherche sur le tabac de l'Ontario est une unité universitaire dont les bureaux sont installés au Centre de toxicomanie et de santé mentale, à l'Université de Toronto et à l'Université de Waterloo en Ontario, au Canada. L'orientation des travaux de recherche de l'Unité est gérée par une équipe de sept chercheurs principaux.

L'Unité de recherche sur le tabac de l'Ontario a pour mandat de réaliser des études d'actualité sur le tabagisme en Ontario. En plus de produire des estimations annuelles des résultats et des expositions relatifs au tabac, l'URTO évalue les politiques et les initiatives du gouvernement de l'Ontario destinées à enrayer l'usage du tabac dans la province. Pour réaliser ces objectifs, l'URTO s'est appuyée pendant des années sur des enquêtes provinciales (p. ex. l'Indicateur du Centre de toxicomanie et de santé mentale (Indicateur du CTSM) et le Sondage sur la consommation de drogues parmi les élèves de l'Ontario (SCD)) et sur des enquêtes nationales sur la santé (p. ex., l'Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes et l'Enquête de surveillance de l'usage du tabac au Canada). Cependant, très souvent, ces enquêtes ne répondaient pas entièrement aux besoins de l'URTO. Les enquêtes à l'échelle de l'Ontario sont axées sur un éventail de questions relatives à la santé mentale et à la toxicomanie et n'offrent qu'un contenu modeste en ce qui concerne les problèmes liés au tabac. Les enquêtes nationales produisent de petites tailles d'échantillon pour l'Ontario ou ne fournissent pas un contenu relatif au tabac adéquat. À mesure que diminue la prévalence de l'usage du tabac en Ontario (Unité de recherche sur le tabac de l'Ontario, 2006), les données provenant de ces enquêtes suffisent de moins en moins pour l'analyse de certains sous-groupes. Par conséquent, l'URTO s'est engagée à élaborer une enquête représentative de la population de l'Ontario qui permettrait à la fois de produire des estimations périodiques des résultats et expositions relatifs au tabac et de vérifier des hypothèses longitudinales au moyen d'échantillons suffisamment grands pour analyser de petits sous-groupes.

3. Établissement du plan de sondage et détermination de la taille d'échantillon

La première étape de l'élaboration de l'OTS consistait à établir le plan de sondage. Plusieurs options ont été envisagées, à savoir un plan entièrement transversal, un plan entièrement longitudinal et un plan hybride longitudinal-transversal. Étant donné les multiples objectifs de l'enquête et les divers intérêts de recherche des sept chercheurs principaux de l'Unité de recherche, il a été décidé de combiner une composante longitudinale et une composante transversale. Cependant, la nature précise des deux composantes et la stratification de la base de sondage demeuraient difficiles à définir. La détermination de la capacité à évaluer de multiples hypothèses (puissance analytique) tout en respectant le budget accordé était l'un des obstacles à l'avancement de l'établissement du plan de l'enquête. Plusieurs méthodes de calcul de la taille d'échantillon se sont avérées infructueuses durant le processus d'élaboration du plan de sondage, car elles étaient statiques et ne permettaient pas d'aborder les questions de tous les chercheurs.

3.1 Élaboration d'un outil de détermination du plan et de la taille d'échantillon

Étant donné le plan hybride longitudinal/transversal complexe, nous avons commencé à nous servir d'un tableur en vue d'estimer les coûts pour des plans d'enquête et des nombres de participants donnés (figure 1 : toutes les figures sont présentées à la fin du texte).

Le premier écran de l'outil permettait à l'utilisateur d'entrer le nombre de fumeurs échantillonnés dans une composante longitudinale et, en plus, dans une composante transversale (au besoin), ainsi que le nombre de non-fumeurs échantillonnés dans une composante transversale. L'outil était conçu pour tenir compte des taux de cas perdus de vue au suivi définis par l'utilisateur et du fait que ces cas perdus de vue seraient remplacés ou non lors des vagues subséquentes. Enfin, la page « Plan de sondage » permettait à l'utilisateur d'entrer le coût estimé par interview, donc le coût au cours de la période d'étude.

L'un des objectifs de l'enquête est de produire des estimations de population statistiquement stables des résultats et des expositions relatifs au tabac pour des régions et des groupes d'âge particuliers. Il a été décidé de procéder à

l'échantillonnage dans les régions de l'Ontario, définies par les indicatifs téléphoniques régionaux, afin d'obtenir des tailles d'échantillon adéquates dans les régions du nord de la province. En outre, on a décidé de ne pas procéder à l'échantillonnage en fonction de l'âge, mais plutôt de choisir une taille d'échantillon qui fournirait un nombre suffisant de participants âgés de 18 à 30 ans. Afin d'estimer le nombre de participants dans chaque catégorie d'usage du tabac selon l'âge et selon la région, une deuxième page a été ajoutée à l'outil de détermination du plan pour calculer la répartition de la taille de l'échantillon entre chacune de ces strates en se basant sur les données du Recensement de 2001 et celles sur la prévalence de l'usage du tabac provenant de l'I-CTSM de 2002 (figure 2). Bien que la figure 2 ne le montre pas, plusieurs scénarios de stratification ont été évalués à l'aide de cette page (p. ex., une combinaison des circonscriptions 416 et 905 c. la séparation de ces circonscriptions). Les estimations fournies à la deuxième page de l'outil sont couplées aux entrées définies par l'utilisateur à la première page pour permettre l'évaluation en temps réel de diverses tailles d'échantillon et de leur incidence sur la composition de l'échantillon final en ce qui concerne l'âge, la région et la situation d'usage du tabac.

Afin d'évaluer la capacité des composantes transversales de l'enquête de produire des estimations de population précises et stables des résultats et des expositions relatifs au tabac, une troisième page a été ajoutée à l'outil (figure 3). Les formules pour calculer la largeur des intervalles de confiance à 95 % pour l'estimation de proportions de 5 %, 25 % et 50 % ont été intégrées dans cette page. Étant donné la complexité de l'échantillonnage de l'enquête, les formules classiques d'intervalle de confiance asymptotique produiraient des largeurs d'intervalle biaisées et souvent trop petites. Donc, les formules ont été corrigées en s'inspirant de Lohr (1999) pour tenir compte des effets de plan (DEFF) estimés. Le champ d'entrée figurant sur la page permettait à l'utilisateur d'entrer les DEFF estimés et de visualiser les changements de précision des estimations. Des valeurs moyennes comprises entre 1,5 et 2,0 ont été utilisées pour estimer la précision pour l'OTS (Lohr, 1999). Cette page permettait à l'utilisateur de stratifier les estimations selon la situation d'usage du tabac et l'âge, donc de voir la précision des analyses pour des sous-groupes présentant un intérêt particulier.

Tandis que la troisième page de l'outil (« Précision ») permettait d'évaluer la capacité de l'enquête à produire des estimations, une quatrième et une cinquième page ont été ajoutées pour calculer la puissance pour la vérification des hypothèses de recherche. La quatrième page calculait la puissance pour les rapports de cotes transversaux définis par l'utilisateur et préétablis, en intégrant par couplage avec la page précédente les effets de plan définis par l'utilisateur (figure 4). La dernière page a été utilisée pour calculer la puissance dans le cas d'analyses longitudinales (deux points dans le temps) pour des résultats binaires ainsi que continus (figure 5); de nouveau, ces formules intégraient les DEFF définis par l'utilisateur entrés à la troisième page (Lohr, 1999; Rosner, 1995).

4. Discussion

L'élaboration d'une enquête complexe permettant de produire de multiples estimations de population et de tester de multiples hypothèses tout en étant rentable requiert une approche polyvalente de détermination de la taille d'échantillon. Cependant, la mise au point d'un outil de détermination de la taille d'échantillon tel que celui élaboré pour l'OTS n'est pas toujours justifiée. En effet, des calculateurs de taille d'échantillon du commerce et (ou) de bonnes références pour des formules de taille d'échantillon (voir Fleiss, 2003; Lohr, 1999; Rosner, 1995) pourraient être tout ce dont les chercheurs ont besoin durant la première phase de planification d'un projet. Toutefois, ces outils ordinaires échouent pour de nombreuses raisons dans le cas d'études plus complexes, comme les enquêtes générales à l'échelle de la population. En premier lieu, ces outils rendent difficile l'examen simultané direct de plusieurs hypothèses. En deuxième lieu, l'interface empêche souvent de simples ajustements en temps réels des paramètres et des résultats révisés. Autrement dit, les programmes de détermination de la taille de l'échantillon et, certainement, les formules statistiques ne sont pas facilement utilisés ni compris par tous les chercheurs. Souvent, l'intervention d'un facilitateur (l'analyste) est nécessaire pour guider le calcul et l'interprétation des résultats. Enfin, il existe fréquemment un manque d'unisson entre les chercheurs qui se préoccupent des contraintes budgétaires du projet de recherche et l'analyste qui cherche à produire une estimation exacte de la taille d'échantillon requise pour obtenir la puissance statistique la plus grande possible. Grâce à l'intégration de formules de calcul de la taille d'échantillon et de la puissance dans un tableur ordinaire, en même temps que des informations et des hypothèses relatives au plan de

sondage (p. ex., cas perdus de vue au suivi) et des renseignements sur les coûts, il est possible d'allier tous ces aspects en un outil unique auquel ont accès la plupart des chercheurs.

Nous avons constaté que l'utilisation la plus efficace de cet outil avait lieu lors de réunions d'équipe durant lesquelles, muni d'un ordinateur portable et d'un projecteur, l'analyste pouvait utiliser l'outil et modifier les paramètres de plan et de taille d'échantillon en fonction des nombreuses questions des membres de l'équipe. La fourniture de réponses immédiates a accéléré le processus de détermination du plan et de la taille d'échantillon. La caractéristique la plus nouvelle et la plus importante de l'outil était probablement l'intégration des fonctions d'estimation de l'érosion de l'échantillon et des coûts. Ces fonctions ont permis d'évaluer directement la faisabilité financière des propositions de plan de sondage et des tailles d'échantillon requises, tout en assurant le maintien de la puissance appropriée. Après les réunions d'équipe, l'outil de détermination de la taille d'échantillon a été mis à la disposition de tous les participants. Étant donné qu'il a pour plate-forme un tableur ordinaire, tout chercheur qui souhaitait examiner divers scénarios de plan de sondage en dehors des réunions de groupe était capable de l'utiliser.

5. Recommandations

Aux équipes de recherche qui envisagent de grands projets susceptibles de comporter de multiples hypothèses ou objectifs, de faire intervenir de multiples chercheurs et d'avoir un budget limité, nous recommandons vivement l'élaboration d'un outil similaire à celui présenté ici. Nous conseillons l'élaboration d'un tableur ordinaire auquel l'analyste intègre :

- 1) les plans éventuels de l'étude;
- 2) les estimations définies par l'utilisateur, de l'érosion de l'échantillon et des coûts;
- 3) les formules publiées de calcul de la taille d'échantillon (y compris les effets de plan s'il y a lieu).

Nous recommandons d'utiliser cet outil pour les réunions d'équipe durant lesquelles ses capacités en temps réel auront l'incidence la plus importante. Cet outil n'est pas conçu pour calculer les tailles d'échantillon pour des analyses très complexes (p. ex. modélisation multiniveaux). Il s'avèrera sans doute le plus utile pour de grandes enquêtes auprès de la population générale. Néanmoins, de nombreuses formules complexes de taille d'échantillon pourraient facilement y être intégrées à condition d'avoir l'expérience appropriée.

Références

Fleiss, J.L., Levin B., Paik MC. (2003), *Statistical Methods for Rates and Proportions 3rd ed.*, New York: Wiley.

Lohr S. (1999), *Sampling: Design and Analysis*, Pacific Grove CA: Duxbury Press.

Ontario Tobacco Research Unit (2006). *Indicators of Smoke-Free Ontario Progress*. [Special Reports: Monitoring and Evaluation Series, 2005-2006 (Vol. 12, No. 2)]. Toronto, ON: Ontario Tobacco Research Unit.

Rosner B. (1995), *Fundamentals of Biostatistics*, Boston: Duxbury.

Figure 1 : Calculs du plan de sondage et des coûts à l'aide du tableur pour déterminer la taille d'échantillon pour des projets complexes

ENTRER LES VALEURS ICI	Échantillon longitudinal total de fumeurs	ET de fumeurs souhaité par vague	ET de non-fumeurs souhaité par vague	Taux de cas perdus de vue au suivi/ 6 mois	Remplacement des cas perdus de vue au suivi?	Coût approximatif/ interview	
	1 000	1 000	1 000	30	0	40	
	Vague 1	Vague 2	Vague 3	Vague 4	Vague 5	Vague 6	
Échantillon longitudinal de base – FUMEURS							
Premier appel	500	500	0	0	0	0	
Remplacements pour l'échantillon 1		150	150	150	0	0	
Remplacements pour l'échantillon 2			150	150	150	0	
Interview de référence	500	650	300	300	150	0	
Suivi 1		350	455	210	210	105	Cohortes longitudinales
Suivi 2			245	319	147	147	Cohorte 1
Suivi 3				172	223	103	Cohorte 2
Suivi 4					120	156	Cohorte 3
Total partiel (EL – Fumeurs)	500	1 000	1 000	1 001	850	511	Cohorte 4
							Cohorte 5
Échantillon transversal –FUMEURS							
Obtenu à partir de l'EL	500	650	300	300	150	0	
Appels supplémentaires	500	350	700	700	850	1 000	
Total partiel (ET – Fumeurs)	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	
Échantillon transversal – NON-FUMEURS							
	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	
Total partiel (Non-fumeurs)	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	
N^{bre} total d'interviews durant la période	2 000	2 350	2 700	2 701	2 700	2 511	Interviews 14 962
N^{bre} total d'interviews durant l'exercice	2 000	5 050		5 401		2 511	Coût total 598 480,00 \$
Coût projeté (par exercice)	80 000,00 \$	202 000,00 \$		216 040,00 \$		100 440,00 \$	Coût pour 12 mois 199 493,33 \$

Figure 2 : Répartition de la taille d'échantillon pour divers scénarios de stratification

Utilisation de 5 régions définies par les indicateurs régionaux

RÉGION		807/705			613		
		Âge			Âge		
		18 à 29	30+	Total	18 à 29	30+	Total
Fumeur	Tous les jours	84	91	175	84	89	173
	À l'occasion	16	9	25	16	11	27
Non-fumeur	Ancien fumeur	11	45	56	10	37	47
	N'a jamais fumé	89	55	144	90	63	153
Total		200	200	400	200	200	400

RÉGION		416/647			905/289		
		Âge			Âge		
		18 à 29	30+	Total	18 à 29	30+	Total
Fumeur	Tous les jours	73	85	158	79	88	167
	À l'occasion	27	15	42	21	12	33
Non-fumeur	Ancien fumeur	11	25	36	9	33	42
	N'a jamais fumé	89	75	164	91	67	158
Total		200	200	400	200	200	400

RÉGION		519			TOUTES LES RÉGIONS		
		Âge			Âge		
		18 à 29	30+	Total	18 à 29	30+	Total
Fumeur	Tous les jours	84	90	174	404	443	847
	À l'occasion	16	10	26	96	57	153
Non-fumeur	Ancien fumeur	10	39	49	51	179	230
	N'a jamais fumé	90	61	151	449	321	770
Total		200	200	400	1 000	1 000	2 000

*Fumeurs occasionnels : d'après la définition de l'URTO, personnes qui ont fumé plus d'une et moins de 30 cigarettes au cours des 30 derniers jours, ainsi que plus de 100 cigarettes au cours de leur vie.

**Calculs de la répartition selon la région fondés sur les proportions pour les catégories d'usage du tabac provenant de l'ESCC de 2001.

Figure 3 : Estimation de la précision (largeur des intervalles de confiance à 95 %) fondée sur la taille d'échantillon, la répartition de l'échantillon et les effets de plan

Entrer DEFF		Précision des pourcentages. Largeur des bandes de confiance à 95 % autour du pourcentage			
2,0		Valeurs prévues			
		5 %	25 %	50 %	
Estimations provinciales		∇	∇	∇	
Fumeur		1 000	1,9	3,8	4,4
	Tous les jours	847	2,1	4,1	4,8
	À l'occasion	153	4,9	9,7	11,2
Non-fumeur		1 000	1,9	3,8	4,4
	Ancien fumeur	230	4,0	7,9	9,1
	N'a jamais fumé	770	2,2	4,3	5,0
Analyses limitées aux personnes de moins de 30 ans		∇	∇	∇	
Fumeur		500	2,7	5,4	6,2
	Tous les jours	404	3,0	6,0	6,9
	À l'occasion	96	6,2	12,3	14,1
Non-fumeur		500	2,7	5,4	6,2
	Ancien fumeur	51	8,5	16,8	19,4
	N'a jamais fumé	449	2,9	5,7	6,5
Analyses limitées aux personnes de 30 ans et plus		∇	∇	∇	
Fumeur		500	2,7	5,4	6,2
	Tous les jours	443	2,9	5,7	6,6
	À l'occasion	57	8,0	15,9	18,4
Non-fumeur		500	2,7	5,4	6,2
	Ancien fumeur	179	4,5	9,0	10,4
	N'a jamais fumé	321	3,4	6,7	7,7

Figure 4 : Calcul de la puissance pour les rapports de cotes de l'étude transversale fondé sur la taille d'échantillon, la répartition et les effets de plan

Calculs de la puissance pour les RC simples provenant de l'étude transversale

Entrer		p(exp) %	Rappel :	
Proportion de « non- exposés » présentant le facteur d'intérêt en %	Rapport de cotes		ET Fumeur	1 000
5,0	2	9,5	ET Non-fumeur	1 000
Estimations provinciales*		n	Puissance	
Fumeur	Tous les jours	1 000	78	
	À l'occasion	847	71	
		153	19	
Non-fumeur	Ancien fumeur	1 000	78	
	N'a jamais fumé	230	26	
		770	67	
ÉCHANTILLON COMPLET		2 000	97	

Exemple de RC minimal (N=1 000 fumeurs et 1 000 non-fumeurs)**		
Taux prévus de résultats		
5 %	10 %	25 %
2,02	1,71	1,48
2,14	1,78	1,53
>4,00	3,43	2,62
2,02	1,71	1,48
3,70	2,80	2,20
2,20	1,83	1,56
1,68	1,49	1,32

Analyses limitées aux personnes de moins de 30 ans*		n	Puissance	
Fumeur	Tous les jours	500	49	
	À l'occasion	404	41	
		96	13	
Non-fumeur	Ancien fumeur	500	49	
	N'a jamais fumé	51	9	
		449	45	
ÉCHANTILLON COMPLET		1 000	78	

2,60	2,08	1,73
2,82	2,24	1,83
>4,00	>4,00	3,30
2,60	2,08	1,73
>4,00	>4,00	>4,00
2,70	2,15	1,78
2,02	1,71	1,48

Analyses limitées aux personnes de 30 ans et plus*		n	Puissance	
Fumeur	Tous les jours	500	49	
	À l'occasion	443	45	
		57	10	
Non-fumeur	Ancien fumeur	500	49	
	N'a jamais fumé	179	21	
		321	34	
ÉCHANTILLON COMPLET		1 000	78	

2,6	2,08	1,73
2,72	2,16	1,79
>4,00	>4,00	>4,00
2,60	2,08	1,73
>4,00	3,18	2,50
3,15	2,43	1,96
2,02	1,71	1,48

* Toutes les analyses sont bilatérales, avec alpha=0,05.

**Toutes les analyses sont bilatérales, avec alpha=0,05, bêta=0,80.

Figure 5. : Calcul de la puissance pour les différences longitudinales entre résultats binaires et continus fondé sur la taille d'échantillon, la répartition et les effets de plan

Analyses de proportions		Analyses de la variation moyenne	
Proportion maintenant un certain facteur entre points dans le temps :	Rapport de cotes d'une direction favorable du changement	Différence moyenne	Variance de la différence
(c.-à-d. proportions qui répondent oui ou non pour les tentatives de renoncement à T1 ainsi que T2) en %	(c.-à-d. cote exprimant la possibilité d'arrêter de fumer entre T1 et T2 comparée à la cote exprimant le risque de commencer à fumer chez les anciens fumeurs)		
85	2	7	139

Estimations provinciales*	n	Puissance de détection d'une différence	
		Puissance pour le RC	Puissance pour la différence moyenne
Fumeur	1 000	92	100
Tous les jours	820	91	100
À l'occasion	180	81	100
Analyses limitées aux personnes de moins de 30 ans*	n		
Fumeur	500	87	100
Tous les jours	410	86	100
À l'occasion	90	77	98
Analyses limitées aux personnes de 30 ans et plus*	n		
Fumeur	500	87	100
Tous les jours	410	86	100
À l'occasion	90	77	98

* Toutes les analyses sont bilatérales, avec alpha=0,05