

Analyse de l'évolution de la couverture vaccinale à Niakhar, région rurale du Sénégal, entre 1984 et 2003.

J.-P. Chippaux (1, 2), A. Marra (2), A. Diallo (2), F. Simondon (3) & J.-F. Etard (4)

(1) UR 010, IRD, B.P. 9214, La Paz, Bolivie. E-mail : chippaux@ird.fr

(2) US 009, IRD, Dakar, Sénégal.

(3) UR 024, Montpellier, France.

(4) UMR 145, Montpellier, France.

Manuscrit n° 2857-h. "Médecine et santé sous les tropiques". Reçu le 21 octobre 2005. Accepté le 29 août 2006.

Summary: Analysis of evolution of vaccine coverage in Niakhar, a rural area of Senegal, between 1984 and 2003.

In Senegal, the Expanded Programme of Immunization started by 1986 as a routine programme targeting 7 diseases: tuberculosis, tetanus, diphtheria, pertussis, poliomyelitis, measles and recently yellow fever. Immunization against hepatitis B and Haemophilus influenzae b are proposed since 2005, but not implemented yet. In addition, there are mass immunization campaigns, such as National Immunization Day organized every year since 1999 against poliomyelitis and, in case of outbreak, against meningitis or yellow fever. In a 30,000 inhabitants rural study zone, vaccine contacts of children under 15 years of age are updated regularly several times a year since 1984. We also performed yearly cross sectional surveys from 1999 to estimate vaccine coverage in children of 24 months of age. Immunization status was assessed by vaccination cards presented by the children's parents and registers of health centres.

We compared the results from both longitudinal and cross sectional surveys, which showed some differences. The last method seemed to indicate higher immunization rates. The vaccine coverage was slightly but not significantly higher in the study zone compared to the general vaccine coverage in Senegal, excepted for measles immunization for which the coverage was significantly lower in Niakhar. However, results showed that interventions of all types lead to a high vaccine coverage (up to 80%) but are not sustainable. In the intervals, vaccine coverage decreased dramatically (below 40%), due mainly to irregular supply of antigens and poor accessibility of health facilities. Other factors are mentioned.

Résumé :

Au Sénégal, le programme élargi de vaccination a débuté en 1986 comme programme de routine. Il visait à l'origine sept maladies : tuberculose, tétanos, diphtérie, coqueluche, poliomyélite, rougeole et, plus récemment, fièvre jaune. Les vaccinations contre l'hépatite B et l'Haemophilus influenzae b ont été ajoutées en 2005. En outre, des campagnes de masse de vaccination, telles que les journées nationales de vaccination, sont organisées chaque année depuis 1999 contre la poliomyélite et, en cas d'épidémie, contre la méningite ou la fièvre jaune. Dans une zone d'étude rurale comprenant 30 000 habitants, les vaccinations des enfants de moins de 15 ans étaient enregistrées régulièrement plusieurs fois par an depuis 1984. Nous avons également effectué annuellement des enquêtes ponctuelles par sondage à partir de 1999 pour estimer la couverture vaccinale chez les enfants de moins de 2 ans. Le statut vaccinal a été confirmé par la présentation des cartes de vaccination par les parents et les registres des centres de santé.

Nous avons comparé les résultats du suivi longitudinal et des enquêtes transversales qui ont présenté quelques différences. Les enquêtes par sondage ont semblé indiquer des taux plus élevés de vaccination. La couverture vaccinale était légèrement plus élevée, mais pas de manière significative, dans la zone d'étude que la moyenne du Sénégal, sauf en ce qui concerne la rougeole où elle était significativement plus basse que dans le reste du pays. Cependant, les résultats ont montré que les interventions ont entraîné généralement une couverture vaccinale élevée (jusqu'à 80 %), mais non durable. Après leur arrêt, la couverture vaccinale a chuté considérablement (en-dessous de 40 %), en raison principalement de l'insuffisance de l'approvisionnement en vaccins et de la faible accessibilité des équipements de santé. D'autres facteurs sont évoqués.

**Expanded Programme of
Immunization
vaccine coverage
childhood
Niakhar
Senegal
Sub Saharan Africa**

**Programme élargi de vaccination
couverture vaccinale
enfance
Niakhar
Sénégal
Afrique intertropicale**

Introduction

Le développement de la vaccination de routine a permis de réduire considérablement la mortalité due à certaines maladies de l'enfance dans plusieurs pays africains (1, 2, 9, 11, 12, 21), comme la coqueluche (24), le tétanos (7) et la rougeole (22, 26) notamment, mais surtout la poliomyélite (17). Le Programme élargi de vaccination (PEV), conjoint entre l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et le Fonds des Nations unies pour l'enfance (UNICEF) a été adopté en 1974 (17). À l'origine dirigé contre six maladies de l'enfance évitables par la vaccination (tuberculose, tétanos, diphtérie, coqueluche, poliomyélite et rougeole), le PEV a été complété, dans certains pays africains, par d'autres antigènes : fièvre jaune, *Haemophilus influenzae* b (Hib), hépatite B (Hévac). Au Sénégal, ces deux derniers vaccins viennent d'être ajoutés au PEV et le Hib commence à être effectivement administré en routine depuis juillet 2005. En outre, diverses campagnes de vaccination à large échelle sont organisées, soit en réponse à des épidémies, soit dans le cadre d'une stratégie de lutte particulière, éradication de la poliomyélite par exemple, pour laquelle des journées nationales de vaccination (JNV) sont organisées chaque année dans tous les pays subsahariens.

La mesure de l'impact des programmes de vaccination se heurte encore à celle de la couverture vaccinale. Celle-ci fait généralement appel à des enquêtes par sondage en grappe selon un protocole élaboré par l'OMS. D'autres méthodes d'évaluation utilisent les données administratives comme le rapport entre le nombre de vaccins utilisés et l'effectif de la population cible (32).

L'institut de recherche et de développement (IRD) a mis en place dès 1983 au Sénégal une zone de surveillance démographique permettant de suivre des indicateurs épidémiologiques ou sanitaires et d'apporter des informations précises, notamment sur les vaccinations de la petite enfance (3). Les campagnes de vaccinations organisées dans la zone, autres que celles du PEV, sont systématiquement répertoriées. Parallèlement, nous avons entrepris à partir de 1999 des enquêtes annuelles standardisées de couverture vaccinale. D'une part, nous comparons les résultats obtenus à partir des deux méthodes d'évaluation de la couverture vaccinale : surveillance longitudinale et enquêtes transversales. D'autre part, nous présentons et discutons l'évolution de la couverture vaccinale au cours de ces 20 dernières années (1983-2003) dans la zone d'étude.

Matériel et méthode

Zone d'étude et recueil de données en routine

La zone d'étude de Niakhar s'étend sur 200 km² dans la région médicale de Fatick au sein de la zone sahélienne du bassin arachidier sénégalais, à environ 150 km à l'est de Dakar (3). Créées en 1963, les limites et l'organisation actuelles ont été fixées en 1983. Le traitement informatique de la base de données remonte à cette époque. La zone d'étude compte aujourd'hui plus de 31 000 habitants répartis dans 30 villages et 1 885 concessions. Le recueil des données est effectué par des enquêteurs qui permutent régulièrement de zone.

Entre 1983 et 1987, un recensement exhaustif était effectué chaque année. Au cours des essais cliniques, entre 1988 et 1995, l'information était recueillie chaque semaine dans toutes les concessions. Depuis 1996, un recensement de routine trimestriel concerne une trentaine d'indicateurs démographiques, épidémiologiques, socio-économiques et environnementaux (3).

Le statut vaccinal de tous les enfants de moins de deux ans est vérifié à chaque passage des enquêteurs par examen du carnet de vaccinations et confirmé par les registres de vaccination des trois centres de santé de la zone. L'identité des antigènes est soigneusement contrôlée car différentes associations vaccinales ont été utilisées dans la zone entre 1987 et 2003, notamment diphtérie-tétanos (DT), coqueluche (coq) et poliomyélite (polio). Ces différents vaccins sont généralement administrés ensemble, mais ils ont pu être dissociés lors des essais cliniques du vaccin contre la coqueluche et les JNV contre la poliomyélite menés dans la zone.

Trois dispensaires dans la zone de Niakhar participent au PEV. Ils organisent des séances de vaccination, à raison de deux par mois pour le dispensaire public de Toukar et une par mois pour le dispensaire privé de Diohine et le dispensaire public de Ngayokhem. Le dispensaire de Toukar organise également une séance par mois de « stratégie avancée », c'est-à-dire que l'infirmier se déplace dans les villages dans un rayon de cinq kilomètres du dispensaire pour vacciner les enfants éligibles. Les ressortissants de la zone peuvent également consulter dans les dispensaires de Ngoye, Patar, Diarekh ou Niakhar qui sont en dehors de la zone d'étude.

Les données recueillies sont contrôlées manuellement, saisies dans un fichier informatique, puis de nouveau vérifiées par un programme de cohérence des données, avant l'exploitation.

Calendrier vaccinal

Le calendrier vaccinal adopté au Sénégal, avant l'introduction du Hib et de l'Hévac, est le suivant :

- BCG, à la naissance, ou avec le DT-coq lorsque la mère a accouché à domicile ;
- DT-coq 1 et polio 1, au moins 6 semaines (42 jours) après la naissance ;
- DT-coq 2 et polio 2, au moins 4 semaines (28 jours) après la 1^{re} dose ;
- DT-coq 3 et polio 3, au moins 4 semaines (28 jours) après la 2^e dose et avec un âge optimum à 39 semaines (273 jours) pour DTC3 ; intervalle minimum entre DT-coq ou polio : 4 semaines ;
- rougeole, au moins 37 semaines (259 jours) après la naissance et au maximum 52 semaines (365 jours). Cependant, entre 1986 et 1989, la vaccination contre la rougeole était considérée comme valide à partir de la 26^e semaine (180 jours). Un enfant est considéré comme correctement vacciné lorsqu'il répond strictement aux critères du calendrier vaccinal. Ces critères sont appliqués, aussi bien au recueil de routine (recensement trimestriel) qu'aux sondages de couverture vaccinale en grappes.

Cependant, le vaccin contre la fièvre jaune administré entre 10 et 12 mois n'a pas été pris en compte pour évaluer la couverture des vaccins de routine.

Enquête de couverture vaccinale exhaustive

En 2003, nous avons procédé à une enquête exhaustive par passage dans toutes les concessions pour vérifier le carnet de vaccinations de tous les enfants dont l'âge était compris entre 12 et 23 mois. L'enquête a porté sur 1 063 enfants présents dans la zone au moment du passage de l'équipe.

Enquêtes par sondages en grappes

Les sondages à 3 niveaux ont été effectués sur 30 grappes de 7 enfants de 12 à 23 mois, tirées au sort dans la liste des hameaux de la zone, en tenant compte des effectifs cumulés des populations de ces hameaux. Les enquêteurs recrutés pour

Tableau I.

Effectif de la population éligible et enfants de moins de moins de 2 ans de la région de Niakhar, correctement vaccinés par chacun des antigènes du PEV.
 Eligible population and number of children less than 2 years old from Niakhar region, correctly immunized with each antigen of EPI.

année	effectif	BCG	DT 1	Coq. 1	Polio. 1	DT 2	Coq. 2	Polio. 2	DT 3	Coq. 3	Polio. 3	rougeole	fièvre jaune	totallement vaccinés	non vaccinés
1983	1 025	2	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0		333
1984	955	1	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0		410
1985	930	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1		421
1986	1 055	25	76	76	61	18	18	16	4	4	4	50	45		507
1987	1 045	801	867	867	867	709	709	709	445	445	444	350	609	196	134
1988	1 034	877	890	890	890	778	778	778	556	556	556	389	684	275	125
1989	1 113	968	985	985	985	869	869	869	658	658	660	609	408	117	111
1990	987	907	879	879	879	826	826	826	768	768	768	510	510	459	65
1991	1 029	968	965	965	965	930	930	930	896	896	896	829	829	795	51
1992	1 038	974	974	974	974	953	953	953	899	899	899	822	822	791	45
1993	1 123	1 052	1 042	1 042	1 042	998	998	998	958	958	958	882	881	843	58
1994	1 064	1 009	1 005	1 005	1 006	979	979	979	945	945	945	834	832	808	47
1995	1 050	974	980	980	980	945	945	944	901	901	901	788	786	758	56
1996	1 117	966	969	969	969	838	838	838	644	644	644	443	445	413	125
1997	1 065	557	560	560	630	407	407	442	235	235	261	97	84	58	393
1998	989	393	406	406	773	237	237	493	96	96	179	138	109	34	189
1999	1 095	594	656	656	864	495	495	633	302	302	410	232	207	107	208
2000	1 181	622	681	681	981	497	497	664	293	293	400	187	95	41	166
2001	1 160	598	644	644	866	432	432	527	240	240	294	239	339	105	204
2002	1 269	715	773	773	857	585	585	616	355	355	388	460	310	156	213
2003	1 269	675	753	753	847	587	587	637	326	326	367	222	228	136	215

la circonstance bénéficiant d'une formation appropriée pendant 2 jours avant l'étude. Ils sont supervisés pendant toute sa durée par deux membres de l'équipe.

Dans le hameau tiré au sort, une première concession est choisie au hasard. Après recensement de tous les enfants présents dans la concession, l'enquêteur vérifie leur âge et relève les informations du carnet de vaccination de tous les enfants dont l'âge est compris entre un et deux ans. Il se déplace ensuite dans la concession suivante qui est la plus proche dans une direction déterminée au préalable de façon aléatoire. Si l'effectif de la grappe n'est pas atteint dans un même hameau, une nouvelle concession est visitée dans le hameau le plus proche non inclus dans l'échantillon. Ainsi, l'effectif total ne peut en aucun cas être inférieur à 210 sujets.

Des enquêtes par sondage ont eu lieu chaque année au cours du dernier trimestre de l'année civile, de 1999 à 2003 inclus; toutefois, en 1999, l'enquête a été effectuée au cours du premier trimestre.

Autres circonstances de vaccination

Outre le PEV, les enfants de Niakhar ont bénéficié de plusieurs occasions de vaccination.

Entre 1988 et 1995, deux essais vaccinaux, respectivement contre la rougeole (1988-1990) et la coqueluche (1990-1995), se sont tenus dans la zone d'étude et ont concerné tous les enfants éligibles : 6 ou 9 mois pour la rougeole selon les protocoles d'essais vaccinaux, 3, 5 et 6 mois pour la coqueluche. Au cours de ces essais, l'ensemble des vaccinations du PEV a été proposé à tous les enfants éligibles, aux dates prévues par le calendrier vaccinal.

Tous les enfants inclus dans les programmes de recherche ont eu accès aux vaccins du PEV directement administrés par les équipes d'investigation. Ce fut le cas en 2002 et 2003 dans les deux plus importants villages de la zone, Diohine et Toukar. Cependant, ces programmes ne concernaient qu'une partie limitée de la population de la zone.

Des campagnes de vaccinations à large échelle, rattrapage (rougeole en 2003), endiguement d'une épidémie (méningite en 1996 en bordure de la zone et en 1999 dans toute celle-ci; fièvre jaune en 2002) ou dans le cadre de la campagne d'éradication de la poliomyélite (JNV contre la poliomyélite, chaque année depuis 1999). Ces campagnes concernent en principe la totalité des enfants de moins de 15 ou 20 ans selon les antigènes. Toutefois, en l'absence de document confirmant

l'administration du vaccin, il est impossible de connaître la couverture exacte de ces campagnes et d'en mesurer l'impact.

Nous avons comparé les résultats bruts chez tous les enfants de 12 à 23 mois selon les trois méthodes : recensement de routine (1984 à 2003), sondage exhaustif (1999) et sondages en grappe (de 1999 à 2003). Les comparaisons ont été effectuées à l'aide de tests paramétriques classiques (comparaison de fréquence, χ^2) avec $P = 0,05$, sauf indication contraire.

Résultats

La vaccination de routine par le PEV s'est mise en place en 1986 à Niakhar. Le démarrage conjoint des essais cliniques d'un vaccin contre la rougeole chez tous les enfants de la zone d'étude a permis d'atteindre rapidement une couverture élevée.

Évolution générale de la couverture vaccinale entre 1984 et 2003

Les données brutes obtenues à partir des recensements sont réunies dans le tableau I.

La couverture vaccinale était nulle lors de la mise en place des activités de surveillance en 1983. Elle s'est élevée considérablement à partir de 1987 pour atteindre un plateau voisin de 90 % en moyenne entre 1991 et 1996, date de la fin des essais cliniques contre la coqueluche. Le transfert des vaccinations de routine auprès des structures nationales de santé s'est traduit par une chute rapide et importante de la couverture vaccinale. Celle-ci augmente discrètement, mais régulièrement depuis.

Variations de la couverture vaccinale en fonction des antigènes

La vaccination contre le BCG, administrée à la naissance ou faisant l'objet d'un rattrapage systématique lors d'une vaccination ultérieure, est toujours plus élevée que toutes les autres, notamment celles contre la rougeole ou la fièvre jaune pratiquées à 11 ou 12 mois, sauf entre 1986 et 1989 où elle était pratiquée à partir de 6-7 mois (figure 1), même au cours des périodes d'essais cliniques (1987-1993) ou les années de campagnes de vaccinations antimarielles à la suite d'épidémie de fièvre jaune (octobre 2002).

Figure 1.

Couvertures vaccinales contre le BCG, la rougeole et la fièvre jaune observées lors des enquêtes démographiques de routine à Niakhar entre 1984 et 2003.
Vaccine coverage against BCG, Measles and Yellow Fever Routine during routine surveillance. Niakhar from 1984 to 2003.

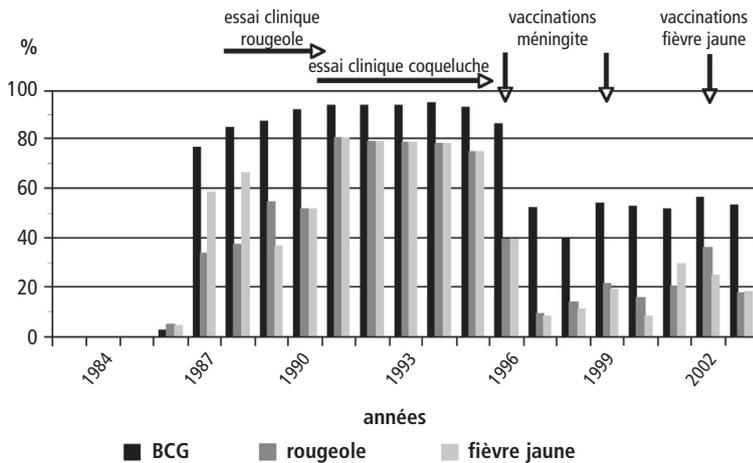


Figure 2.

Couvertures vaccinales contre la diphtérie et le tétanos observées lors des enquêtes démographiques de routine à Niakhar entre 1984 et 2003.
Vaccine coverage against Diphtheria and Tetanus observed during routine surveillance Niakhar from 1984 to 2003.

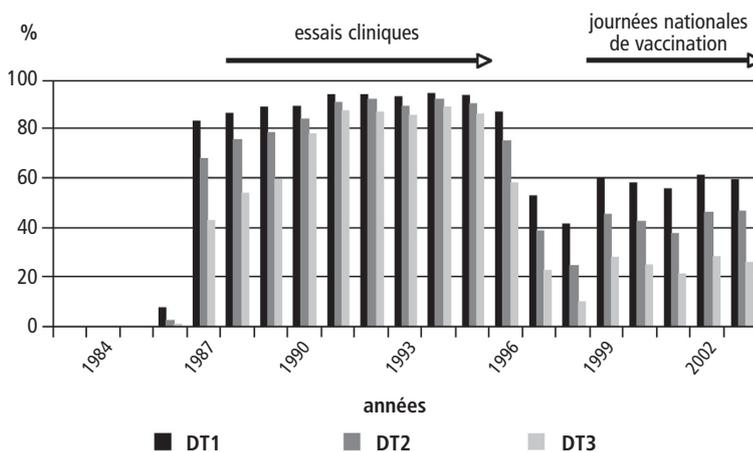
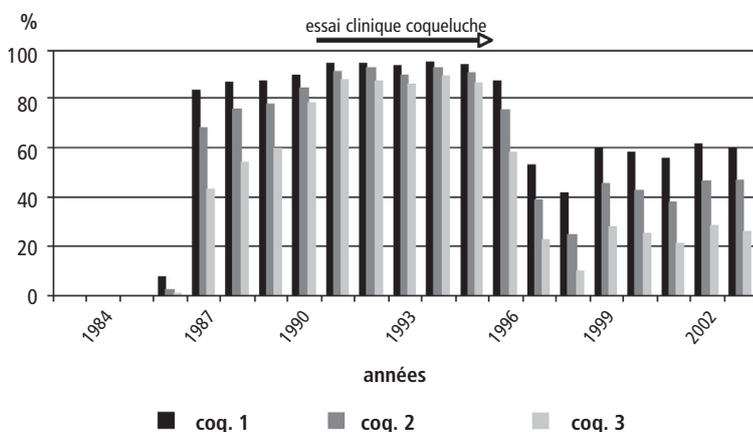


Figure 3.

Couvertures vaccinales contre la coqueluche observées lors des enquêtes démographiques de routine à Niakhar entre 1984 et 2003.
Vaccine coverage against Pertussis observed during routine surveillance Niakhar from 1984 to 2003.



Les vaccinations contre la diphtérie, le tétanos (figure 2), la coqueluche (figure 3) et la poliomyélite (figure 4) suivent une évolution parallèle. Les vaccins contre la diphtérie et le tétanos sont toujours associés, alors que ceux contre la coqueluche ou

la poliomyélite peuvent être séparés. Ceci explique quelques petites variations des taux de couverture certaines années, surtout celles où les JNV permettent un rattrapage de la vaccination contre la poliomyélite. Quel que soit l'antigène utilisé, les essais cliniques et, dans une moindre mesure, les JNV ont le même effet favorable sur l'ensemble des antigènes du PEV. La couverture vaccinale totale (concernant les sujets complètement vaccinés) est supérieure à 75 % des enfants entre 1992 et 1996, pour s'effondrer dès 1997 et osciller entre 5 et 12 % entre 1998 et 2003 (figure 4). La proportion d'enfants n'ayant reçu aucun vaccin passe de 100 % avant 1987 à 17 % en 2003 (figure 5).

Le taux de déperdition (31) correspond à la proportion d'enfants ayant reçu une première dose de vaccin et qui ne reçoivent pas une autre vaccination plus tardive ou le dernier rappel de l'antigène correspondant (3^e injection de diphtérie, tétanos, coqueluche ou poliomyélite). Nous avons calculé le taux de déperdition entre le BCG et la rougeole, respectivement administré à la naissance et à 1 an, ainsi que celui entre la primo-vaccination et le 3^e rappel de la diphtérie-tétanos et la poliomyélite (figure 6) dont l'écart est de moins de 3 mois, mais peut atteindre 9 mois. Tous confirment une forte déperdition, relativement constante, en dehors de la période d'essais vaccinaux.

Enquêtes de couverture vaccinale effectuées entre 1999 et 2003

Le tableau II présente les résultats des différentes enquêtes par sondage effectuées annuellement entre 1999 et 2003, ainsi que ceux de l'enquête exhaustive menée en octobre 2003 simultanément à la dernière enquête par sondage. La différence n'est significative pour aucun des antigènes du PEV, y compris la fièvre jaune ($P \geq 0,3$).

Curieusement, on note une différence sensible et significative entre les couvertures vaccinales observées par les enquêtes de routine et celles estimées par les sondages annuels pour chaque année de 1999 à 2003 ($P < 0,01$). Elle concerne pratiquement tous les antigènes (figures 7 à 9). La couverture vaccinale estimée par sondage est nettement et systématiquement supérieure à celle obtenue par la surveillance démographique.

L'enquête exhaustive de 2003 donne une couverture vaccinale identique à l'enquête par sondage menée la même année ($P > 0,9$). En conséquence, la différence entre les résultats de l'enquête exhaustive et ceux des enquêtes de routine, pour la même année, est fortement significative ($P < 10^{-4}$).

Discussion

On peut légitimement être surpris, 20 ans après la mise en œuvre du PEV, par la médiocre couverture vaccinale dans une région rurale sénégalaise faisant pourtant l'objet d'une intense surveillance sanitaire. Néanmoins, certaines périodes le montrent, des taux de couverture élevés peuvent être obtenus. Une zone d'étude comme celle de Niakhar pose inévitablement le problème de l'influence des interventions des équipes

Figure 4.

Couvertures vaccinales contre la poliomyélite observées lors des enquêtes démographiques de routine à Niakhar entre 1984 et 2003.

Vaccine coverage against Poliomyelitis observed during routine surveillance Niakhar. 1984-2003.

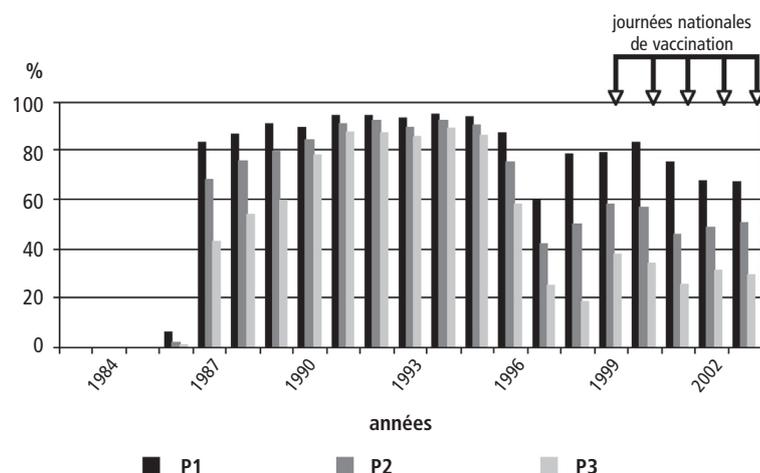


Figure 5.

Évolution de la couverture vaccinale totale observée lors des enquêtes démographiques de routine à Niakhar entre 1984 et 2003.

Whole vaccine coverage observed during routine surveillance Niakhar. 1984-2003.

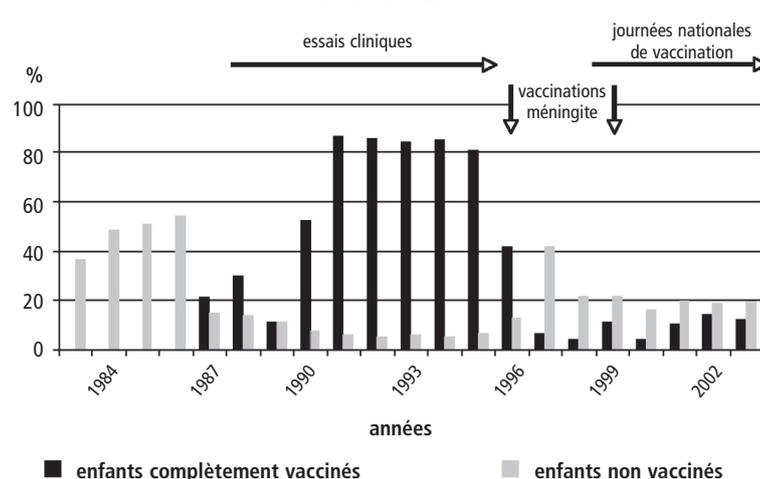


Tableau II.

Effectif de la population éligible ou des échantillons enquêtés et enfants de moins de 2 ans de la région de Niakhar, correctement vaccinés par chacun des antigènes du PEV.

Eligible population or surveyed samples of children less than 2 years old from Niakhar region, correctly immunized with each of the EPI antigens.

année	effectif	enquêtes de routine					
		BCG	DTCP1	DTCP2	DTCP3	rougeole	fièvre jaune
1999	1095	594 (54 %)	656 (60 %)	495 (45 %)	302 (28 %)	232 (21 %)	207 (19 %)
2000	1181	621 (53 %)	680 (58 %)	496 (42 %)	292 (25 %)	186 (16 %)	95 (8 %)
2001	1160	596 (51 %)	644 (56 %)	431 (37 %)	240 (21 %)	238 (21 %)	337 (29 %)
2002	1269	712 (56 %)	772 (61 %)	581 (46 %)	350 (28 %)	453 (36 %)	304 (24 %)
2003	1269	675 (53 %)	753 (59 %)	587 (46 %)	326 (26 %)	222 (17 %)	228 (18 %)
année	effectif	enquête exhaustive					
		BCG	DTCP1	DTCP2	DTCP3	rougeole	fièvre jaune
2003	1063	783 (74 %)*	820 (77 %)*	692 (65 %)*	427 (40 %)*	492 (46 %)*	413 (39 %)*
année	effectif	enquêtes par sondage					
		BCG	DTCP1	DTCP2	DTCP3	rougeole	fièvre jaune
1999	210	157 (75 %)*	125 (59 %)	105 (50 %)	83 (40 %)*	57 (27 %)	47 (22 %)
2000	217	144 (66 %)*	135 (62 %)	114 (53 %)*	84 (39 %)*	90 (42 %)*	97 (45 %)*
2001	210	141 (67 %)*	125 (60 %)	80 (38 %)	31 (15 %)*	60 (29 %)*	32 (15 %)*
2002	210	140 (67 %)*	129 (61 %)	112 (53 %)*	79 (38 %)*	72 (34 %)	63 (30 %)
2003	210	160 (76 %)*	158 (75 %)*	141 (67 %)*	84 (40 %)*	91 (43 %)*	84 (40 %)*

* différence significative (P < 0,05) entre l'enquête de routine, d'une part, et l'enquête exhaustive ou par sondage, d'autre part, pour l'antigène correspondant (significant difference (P < 0.05) between the routine survey, on one hand, and exhaustive or clustered survey, on the other hand, for the respective antigen).

de recherche ou des enquêteurs sur l'observation et leur validité externe, c'est-à-dire la représentativité à une échelle plus large des informations recueillies. Il est certain que l'on peut s'interroger sur l'influence de la présence d'équipes d'investigation et de recensement récurrents, fréquents qui plus est, sur les attitudes de la population étudiée. Cependant, l'observation longitudinale est indispensable pour mesurer précisément l'impact de ces interventions. La fiabilité que l'on est en droit d'attendre d'une telle méthodologie doit toutefois être validée par des vérifications internes. C'est l'objectif des enquêtes de couverture vaccinale menées depuis 1999. La couverture vaccinale, aussi précise soit-elle, n'est pas synonyme d'efficacité vaccinale. D'une part, une vaccination incomplète peut être suffisante pour assurer une immunité ou un titre d'anticorps protecteurs. D'autre part, la fragilité de plusieurs vaccins, rougeole et fièvre jaune notamment, peut entraîner une réduction considérable de leur efficacité en cas de mauvaise conservation, ce qui est fréquent en Afrique subsaharienne (19).

Origine des données – Enquêtes par sondage et enquête exhaustive.

La couverture vaccinale observée est minimale, puisque fondée uniquement sur l'examen de la carte de vaccination. La cicatrice de BCG n'est pas suffisamment sensible lorsque la vaccination est effectuée avant 1 mois (13) et ne peut donc servir de marqueur. En revanche, les affirmations de la mère sont très fiables (14, 25) et pourraient conduire à une augmentation de 20 à 30 % de l'estimation du taux de couverture (14, 27). Néanmoins, nous avons utilisé une procédure identique, recommandée par l'OMS, pour toutes les enquêtes effectuées à Niakhar afin de permettre les comparaisons internes. En outre, lors des campagnes de vaccinations à large échelle (JNV ou contrôle d'une épidémie), faute de temps, le carnet de vaccination n'est pas rempli et il est rarement délivré une carte de vaccination. L'information n'est donc généralement pas colligée dans nos différents systèmes de recueil de données.

La différence entre les données fournies par la surveillance démographique lors des recensements trimestriels et les enquêtes de couverture vaccinale par sondage ou l'enquête exhaustive de 1999 peut paraître surprenante. Son caractère systématique conduit à envisager un biais dans le recueil de données. Deux facteurs peuvent l'expliquer. D'une part, lors du recensement, l'importance du questionnaire (plus de 30 items par personne interrogée) et le temps imparti pour chaque concession n'autorisent pas l'enquêteur à attendre la présentation du carnet de vaccination, ce qu'il est tenu de faire lors des enquêtes spécifiques (enquête exhaustive ou par sondage). D'autre part, le recensement ne prend en compte que les enfants présents physiquement dans la zone d'étude depuis plus de six mois alors que, dans les enquêtes de couverture vaccinale par sondage, les données sont recueillies chez tous les enfants présents le jour du passage jusqu'à obtenir l'effectif fixé dans le protocole. Ainsi, plusieurs facteurs peuvent jouer un rôle que nous n'avons pas pu mesurer :

Figure 6.
Évolution des taux de déperdition observés lors des enquêtes démographiques de routine à Niakhar entre 1984 et 2003.
Difference between vaccine coverage of various antigens observed during routine surveillance. Niakhar. 1984-2003.

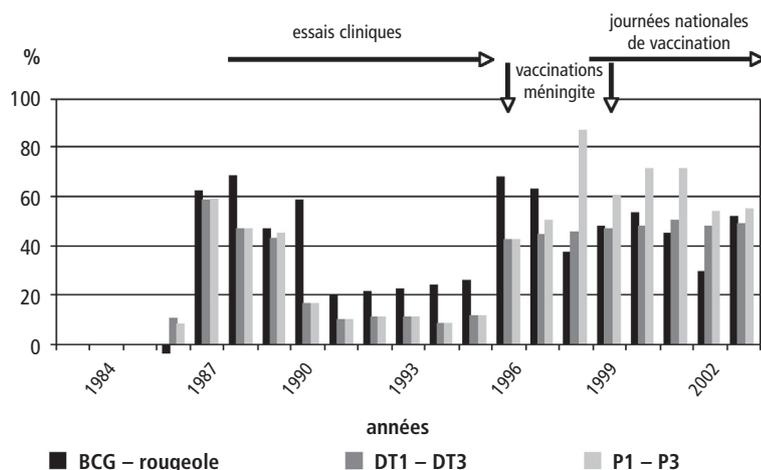
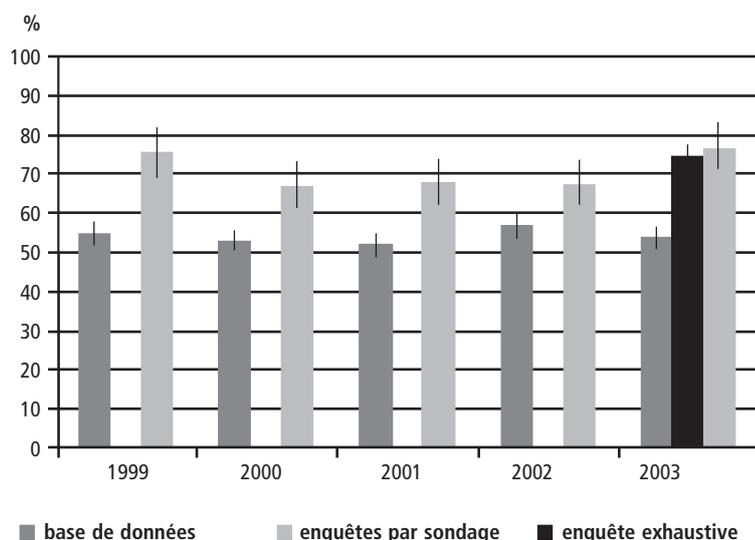


Figure 7.
Comparaison entre les différentes méthodes d'évaluation de la couverture vaccinale contre le BCG à Niakhar entre 1999 et 2003.
Comparison between the different methods of vaccine coverage evaluation (BCG). Niakhar. 1999-2003.



migrations saisonnières, vacances scolaires, enfants confiés à des parents vivant hors de la zone, participation aux travaux agricoles, qui peuvent aussi concerner les jeunes enfants. La grande similarité entre l'enquête exhaustive de 1999 et celle par sondage effectuée la même année confirme à la fois la sous-estimation de la couverture vaccinale mesurée par la surveillance de routine et la bonne reproductibilité de la méthode d'évaluation par sondage. La sous-estimation systématique des couvertures vaccinales obtenues par les recensements trimestriels ne doit cependant pas faire douter de leur valeur relative pour décrire, et peut-être expliquer, leur évolution diachronique.

Évolution de la couverture vaccinale et du taux de déperdition

Le taux de couverture par le BCG est généralement considéré comme un bon marqueur de l'accessibilité du système de santé en général et du PEV en particulier. Le taux de couverture par le DT-coq constitue à notre avis un meilleur marqueur.

En effet, le BCG est, en principe, administré à la naissance, ce qui témoigne d'un contact au moment de la naissance. En outre, le BCG, plus que toute autre vaccination jusqu'à l'avènement des JNV du moins, fait fréquemment l'objet de rattrapage. En Afrique, le taux de déperdition entre le BCG et la rougeole est de 10 % en moyenne; cette estimation concerne des moyennes nationales incluant les villes (10). Toutefois, on observe de grandes différences entre les données administratives nationales et les enquêtes ponctuelles (32). Cela tient, d'une part, aux approximations nécessairement utilisées pour les calculs à l'échelle nationale : le numérateur ne considère pas les taux de perte réels des vaccins et le dénominateur se fonde sur des estimations démographiques souvent sous-estimées. D'autre part, les données agrégées ne donnent pas une représentation correcte de l'hétérogénéité, très forte entre les régions, mais surtout entre les zones urbaines et rurales. Les informations concernant les grands centres où la couverture est généralement plus élevée sont plus abondantes, ce qui majore les taux nationaux si l'on ne prend pas soin d'effectuer un ajustement, d'ailleurs très difficile en raison de la pauvreté des données ponctuelles.

À Niakhar, la comparaison des couvertures vaccinales en fonction des différents antigènes confirme la constance d'un taux de déperdition plus important que la moyenne nationale. Entre la naissance, premier contact vaccinal favorisant la vaccination par le BCG, et la fin de la première année où sont administrés les vaccins contre la rougeole et la fièvre jaune, la déperdition moyenne, sauf pendant les essais vaccinaux, est supérieure à 40 % (figure 6). Le taux de déperdition entre la primo-vaccination et le 3^e rappel des vaccins contre la diphtérie-tétanos, d'une part, et la poliomyélite, d'autre part, est généralement plus faible que la déperdition entre BCG et rougeole. Par ailleurs, on observe une remarquable similitude entre les taux de déperdition des rappels diphtérie-tétanos, d'une part, et poliomyélite, d'autre part, du moins avant les JNV. Ceci s'explique, à la fois, par la proximité entre ces rappels et les recommandations du personnel de

santé qui convoque l'enfant à date fixe pour les rappels. Cela nous semble donc être un meilleur indicateur de l'accessibilité au système de santé.

Comparaison de la couverture avec les données pour le reste de la zone de Fatick, du Sénégal et d'autres pays

Une comparaison des couvertures vaccinales entre Niakhar et l'ensemble du Sénégal est donnée dans le tableau III (27, 31). Les différences ne sont pas significatives ($P > 0,1$) si l'on exclut la rougeole, mais nettement significative ($P < 0,01$) si l'on considère ce dernier antigène. Nous attendions une couverture vaccinale plus élevée à Niakhar, compte tenu des

Tableau III.

	BCG	DT1	poliomyélite	rougeole	BCG-rougeole	DT1-DT3
Niakhar 1999	75 %	59 %	59 %	27 %	33 %	32 %
Sénégal 1999 (27)	59 %	55 %	55 %	42 %	17 %	13 %
Niakhar 2001	67 %	60 %	60 %	29 %	31 %	35 %
Sénégal 2001 (31)	59 %	58 %	58 %	42 %	29 %	22 %

Figure 8.

Comparaison entre les différentes méthodes d'évaluation de la couverture vaccinale contre la diphtérie, le tétanos et la poliomyélite à Niakhar entre 1999 et 2003.

Comparison between the different methods of vaccine coverage evaluation of diphtheria, tetanus and poliomyelitis in Niakhar from 1999 to 2003.

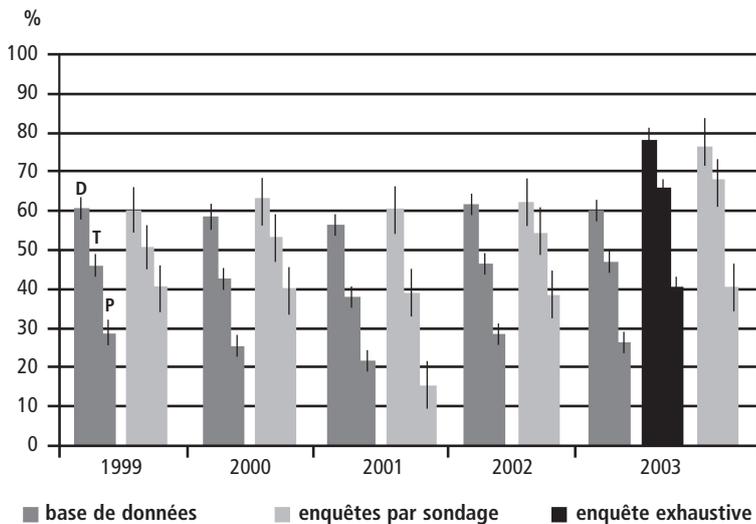
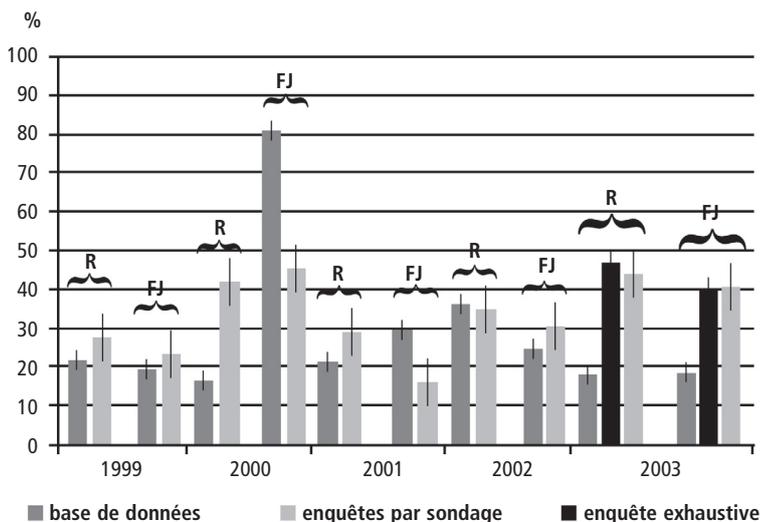


Figure 9.

Comparaison entre les différentes méthodes d'évaluation de la couverture vaccinale contre la rougeole (R) et la fièvre jaune (FJ) à Niakhar entre 1999 et 2003.

Comparison between the different methods for coverage evaluation of Measles (R) and Yellow Fever (FJ) vaccines. Niakhar. 1999-2003.



nombreuses interventions qui y sont régulièrement menées et de la présence constante d'équipes de recherche soucieuses d'une bonne gestion des problèmes de santé. Cependant, il faut rappeler que les estimations pour le Sénégal sont effectuées à partir de sondages couvrant toutes les régions (urbaines comme rurales) à partir d'un échantillon, certes représentatif, mais très réduit : 2 137 enfants au total pour l'enquête du Ministère de la santé en 1999 (27).

Facteurs influençant la couverture vaccinale

L'évolution de la couverture vaccinale à Niakhar est très irrégulière.

Après le démarrage du PEV en 1987, l'augmentation spectaculaire de la couverture vaccinale peut être attribuée aux différents essais cliniques qui ont été menés dans la zone d'étude entre 1988 et 1995. Tous les enfants étant concernés, la surveillance des vaccinations – aussi bien l'antigène faisant l'objet de l'essai clinique que tous ceux du PEV – a été constante jusqu'en 1996, date à laquelle s'est terminé le dernier

essai clinique. S'il n'est pas surprenant de constater une remarquable couverture vaccinale pendant une intervention importante et ciblée, il est en revanche plus inquiétant de voir une régression si rapide et si importante après la fin de l'intervention.

L'impact des JNV a été controversé dès les premières campagnes, menées à la fin des années 80 pour assurer la promotion du PEV (15, 20). Leur bénéfice est difficile à mesurer d'autant plus que, désormais, elles ne concernent qu'un seul antigène, qu'aucune carte de vaccination n'est délivrée et qu'il existe parfois de fortes pressions sociales ou politiques (23). À Niakhar, cependant, les JNV semblent avoir eu un effet favorable sur l'ensemble des vaccinations. Il ne s'agit pas seulement des vaccinations pratiquées lors des journées elles-mêmes pour lesquelles nous n'avons pas de support permettant de les prendre en compte, en dehors de quelques familles qui ont *a posteriori* demandé la transcription de la vaccination sur le carnet de l'enfant. L'impact sur l'ensemble des antigènes plaide donc en faveur de ces interventions coûteuses, qui ont contribué à une hausse de la couverture vaccinale que l'on pourrait évaluer globalement à près de 20 %. Cela indiquerait également une certaine robustesse de cet impact dans la mesure où, lors des JNV, le message porte davantage sur la poliomyélite que sur les autres maladies de l'enfance, pourtant beaucoup plus fréquentes à Niakhar.

L'impact des épidémies et des campagnes de vaccinations qui les accompagnent sur la couverture vaccinale est souvent rappelé, comme si l'expérience d'une épidémie renforçait la peur collective et l'adhésion à diverses formes de prévention. Ainsi, le taux de déperdition peut être considérablement réduit au cours des années suivantes (11). Cependant, cela nécessite une forte motivation collective et une organisation sérieuse des services de santé pour en assurer la durabilité. À Niakhar, nous n'avons pas observé de changement notable (figures 1, 4 et 5). L'influence des campagnes de vaccination, notamment en réponse aux épidémies, méningite entre 1998 et 2000 et fièvre jaune en 2002, est difficile à mesurer en raison de l'absence de distribution de cartes de vaccination attestant de l'administration du vaccin. Grâce aux parents qui font remplir le carnet de vaccination après la campagne, comme pour les JNV, il est possible d'évaluer l'augmentation de couverture spécifique, mais elle reste fortement sous-estimée. Ainsi, la hausse de la couverture contre la fièvre jaune après l'épidémie de 2002 est peut-être deux fois plus importante que ce que nous mentionnons (figures 1 et 9). Ainsi que le soulignent NUWAHA *et al.* (23), la remise de carte de vaccination lors des campagnes de masse faciliterait l'organisation de ce type d'intervention, ne serait-ce qu'en améliorant leur évaluation.

Le dernier facteur qui a un fort impact sur la couverture vaccinale – mais négatif cette fois – est la gestion des vaccins. À Niakhar, nous avons constaté à plusieurs reprises des ruptures de stocks d'antigènes, tout particulièrement entre 1999 et 2001, avec des conséquences immédiates, et peut-être durables. La gestion des stocks et la conservation des vaccins à des températures correctes sont des problèmes récurrents en Afrique subsaharienne (19, 30).

Les occasions manquées de vaccination, c'est-à-dire les vaccins non administrés lors d'un contact avec un enfant éligible

peuvent être très nombreuses. Cela conduit à environ 15 ou 20 % de réduction de la couverture vaccinale par rapport à ce qu'elle pourrait être (8, 18). Près de 70 % des occasions de vacciner des enfants contre la rougeole étaient manquées en République centrafricaine en 1994 (18). Un quart d'entre elles survient lors d'une autre vaccination – ce que l'on peut considérer comme une occasion réellement manquée – alors que le reste se produit au cours des visites au centre de santé pour un autre motif (18, 28). À Niakhar, sans atteindre de telles proportions, la surveillance des structures sanitaires montre que de nombreuses occasions de vaccination ne sont pas exploitées. La faute n'en revient pas seulement au personnel de santé occupé à de multiples tâches. L'organisation générale du service de santé est également la cause d'une grande partie des occasions manquées. Lors des consultations, les enfants susceptibles d'être vaccinés ne représentent pas une population suffisante pour ouvrir une ampoule de vaccin multidoses. En conséquence, le personnel ne peut saisir l'opportunité d'une visite médicale pour compléter les vaccins ; il propose, surtout pour des raisons d'économie, mais aussi de logistique, des séances spécifiques dévolues à cette seule activité. Cela peut avoir un effet négatif comme l'ont souligné CUTTS *et al.* (6). Il a été montré, par ailleurs, que trois séances de vaccination par semaine étaient nécessaires pour obtenir une bonne couverture vaccinale respectant le calendrier des vaccinations et les intervalles entre les rappels (6, 7). À Niakhar, comme dans la plupart des régions rurales du Sénégal, nous sommes loin d'une telle fréquence d'offre vaccinale.

Le taux de couverture est également lié à divers facteurs socio-économiques : profession et niveau scolaire du père, habitat et revenus (16, 4), voire à la qualité de l'accueil au centre de vaccination ou à la fréquence d'effets indésirables, parfois liés à une mauvaise technique vaccinale comme la survenue d'abcès (5). Une étude visant à identifier ces facteurs à Niakhar est en cours grâce à la base de données très complète dont nous disposons. Les facteurs saisonniers mentionnés par VAAHTERA *et al.* (29) au Malawi n'ont pas été retrouvés à Niakhar.

Enfin, dans la zone de Niakhar, il ne nous est jamais revenu l'existence de rumeurs ou de défiance à l'égard des vaccins. Nous ignorons si cela tient à la présence des équipes de recherche de l'IRD depuis plus de 20 ans ou à d'autres facteurs.

Conclusion

L'évaluation de la couverture vaccinale sous-estime, discrètement, mais constamment, la couverture réelle, puisque les enquêteurs doivent voir le carnet ou la carte de vaccination. Néanmoins, cet écart systématique ne réduit pas la pertinence de l'estimation si l'on tient compte des biais méthodologiques en fonction de la technique utilisée. L'enquête longitudinale, très précise, et l'absence de support lors de vaccination de masse accentuent la sous-estimation. Les enquêtes par sondage, dont la validité est confirmée par une enquête exhaustive, semblent davantage refléter la réalité.

À Niakhar, la couverture vaccinale reste relativement basse malgré des interventions nombreuses et diversifiées. Ces dernières, notamment les essais cliniques, favorisent une forte augmentation de la couverture vaccinale pour l'ensemble des antigènes. Cependant, l'impact est de très courte durée et sans lendemain. Nos efforts, pourtant importants, pour le transfert des activités de vaccinations ne semblent pas avoir été suffisants, ce qui souligne l'importance d'un bon accompagnement lors de la dévolution des activités. Les JNV ont également un impact discret, mais bénéfique – et peut-être durable – sur les vaccinations de routine. En revanche, les campagnes de

vaccination à large échelle, dont l'impact immédiat sur les antigènes correspondants (fièvre jaune, rougeole et polio) est sans doute important, mais impossible à évaluer avec précision en raison de l'absence de support, ne semblent pas constituer une incitation supplémentaire pour le PEV.

Cette étude montre que les interventions dans leur ensemble sont de peu d'intérêt pour le développement du PEV et que ce sont plutôt les facteurs limitants qui doivent être considérés. Il convient donc d'améliorer l'offre : accès aux centres de santé et approvisionnement en vaccins essentiellement. L'effort doit également porter sur les occasions de vaccination, éventuellement en modifiant l'organisation des centres de soins pour augmenter fortement les occasions de vaccinations, notamment le nombre de journées de vaccination dans les centres de santé, et améliorer la présentation des vaccins en favorisant les associations d'antigènes et en facilitant leur emploi individuel.

Enfin, il faut rappeler l'importance d'une information continue auprès des populations, simple en ce qui concerne les bénéfices de la prévention vaccinale et précise sur le calendrier vaccinal.

Remerciements

Nous remercions vivement le personnel des centres de santé de Diohine, Toukar et Ngayokhem, ainsi que les autorités sanitaires et administratives de la région médicale de Fatick dont dépend la sous-préfecture de Niakhar. Notre reconnaissance va également à l'ensemble de la population de la zone d'étude de Niakhar qui accepte avec patience les enquêtes qui sont menées par les équipes de l'IRD. Nous remercions les membres des équipes de l'IRD, US 009, UR 024 et UMR 151, notamment, qui ont activement participé à ces études. Ce travail a été financé par l'US009 de l'IRD.

Références bibliographiques

1. AMIN R – Immunization coverage and child mortality in two rural districts of Sierra Leone. *Soc Sc Med*, 1996, **42**, 1599-1604.
2. BONDI FS & ALHADJI MA – The EPI in Borno State, Nigeria: impact on routine disease notification and hospital admissions. *J Trop Med Hyg*, 1992, **95**, 373-381.
3. CHIPPAUX JP – La zone d'étude de Niakhar au Sénégal. *Méd Trop*, 2001, **61** : 131-135.
4. CUTTS FT, DIALLO S, ZELL ER & RHODES P – Determinants of vaccination in an urban population in Conakry, Guinea. *Int J Epidemiol*, 1991, **20**, 1099-1106.
5. CUTTS FT, GLIK DC, GORDON A, PARKER K, DIALLO S *et al.* – Application of multiple methods to study the immunization programme in an urban area of Guinea. *Bull Organ Mond Santé*, 1990, **68**, 769-776.
6. CUTTS FT, RODRIGUES LC, COLOMBO S & BENNETT S – Evaluation of factors influencing vaccine uptake in Mozambique. *Int J Epidemiol*, 1989, **18**, 427-433.
7. CUTTS FT, SOARES A, JECQUE AV, CLIFF J, KORTBEEK S & COLOMBO S – The use of evaluation to improve the Expanded Programme on Immunization in Mozambique. *Bull Organ Mond Santé*, 1990, **68**, 199-208.
8. CUTTS FT, ZELL ER, SOARES AC & DIALLO S – Obstacles to achieving immunization for all 2000: missed immunization opportunities and inappropriately timed immunization. *J Trop Ped*, 1991, **37**, 153-158.
9. DELAUNAY V, ETARD JF, PRÉZIOSI MP, MARRA A & SIMON-DON F – Decline of infant and child mortality rates in rural Senegal over a 37-year period (1963-1999). *Int J Epidemiol*, 2001, **30**, 1286-1293.
10. EDMUNDS WJ, GAY NJ, HENAO RESTREPO AM, OLIVE JM & BELE O – Measles vaccination in Africa: by how much could routine coverage be improved? *Vaccine*, 2001, **20**, 16-18.
11. ELZEIN HA, BIRMINGHAM ME, KARRAR ZA, ELHASSAN AA & OMER A – Rehabilitation of the expanded programme on immunization in Sudan following a poliomyelitis outbreak. *Bull Organ Mond Santé*, 1998, **76**, 335-341.
12. ETARD JF, LE HESRAN JY, DIALLO A, DIALLO JP, NDIAYE JL &

- DELAUNAY V – Childhood mortality and probable causes of death using verbal autopsy in Niakhar, Senegal, 1989-2000. *Int J Epidemiol*, 2004, **33**, 1286-1292.
13. FLOYD S, PONNIGHAUS JM, BLISS L, WARNDORFF DK, KASUNGA A *et al.* – BCG scars in northern Malawi: sensitivity and repeatability of scar reading, and factors affecting scar size. *Int J Tubercul Lung Dis*, 2000, **4**, 1133-1142.
 14. GAREABALLAH ET & LOEVINSOHN BP – The accuracy of mother's reports about their children's vaccination status. *Bull Organ Mond Santé*, 1989, **67**, 669-674.
 15. GEER ER VAN DER & PRATS J – Couverture vaccinale dans le département du Noun, Cameroun, un an et demi après la Journée Nationale de Vaccination. *Ann Soc belge Méd Trop*, 1992, **72**, 37-44.
 16. GONCALVES A, FERRINHO P & AGUIAR P – Factores associados com a situação vacinal e consulta aos serviços de saúde de crianças de uma zona rural da Guiné-Bissau. *Acta Med Portug*, 2001, **14**, 331-335.
 17. GUERIN N – Vaccinations de la mère et de l'enfant dans les pays en développement : succès, problèmes et nouvelles orientations. *Méd Trop*, 2003, **63**, 498-505.
 18. KAHN JG, MOKDAD AH, DEMING MS, ROUNGOU JB, BOBY AM *et al.* – Avoiding missed opportunities for immunization in the Central African Republic: potential impact on vaccination coverage. *Bull Organ Mond Santé*, 1995, **73**, 47-55.
 19. LUTHI JC, KESSLER W & BOELAERT M. – Une enquête d'efficacité vaccinale dans la ville de Bongor (Tchad) et ses conséquences opérationnelles pour le programme de vaccination. *Bull Organ Mond Santé*, 1997, **75**, 427-433.
 20. MERLIN M, JOSSE R, JOSSERAN R, OWONA-ESSOMBA R, GHOGOMU A *at al.* – Impact de l'année africaine de vaccination sur la couverture vaccinale au Cameroun. *Méd Trop*, 1988, **48**, 259-261.
 21. MURRAY CJL, SHENGELIA B, GUPTA N, MOUSSAVI S, TANDON A & THIEREN M – Validity of reported vaccination coverage in 45 countries. *The Lancet*, 2003, **362**, 1022-1027.
 22. NANYUNJA M, LEWIS RF, MAKUMBI I, SERUYANGE R, KABWONGERA E *et al.* – Impact of mass measles campaigns among children less than 5 years in Uganda. *J Infect Dis*, 2003, **187**, S63-S68.
 23. NUWAHA F, MULINDWA G, KABWONGYERA E & BARENZI J – Causes of low attendance at national immunization days for polio eradication in Bushenyi district, Uganda. *Trop Med Intern Health*, 2000, **5**, 364-369.
 24. PRÉZIOSI MP, YAM A, WASSILAK SG, CHABIRAND L, SIMAGA A *et al.* – Epidemiology of pertussis in a West African community before and after introduction of a widespread vaccination program. *Am J Epidemiol*, 2002, **155**, 891-896.
 25. RAZUM O – Mothers voice their opinion on immunization services. *World Health Forum*, 1993, **14**, 282-286.
 26. SAMB B, AABY P, WHITTLE H, SECK AM & SIMONDON F – Decline in measles case fatality ratio after the introduction of measles immunization in rural Senegal. *Am J Epidemiol*, 1997, **145**, 51-57.
 27. SOW B, NDIAYE S, GAYE A & SYLLA AH – *Enquête sénégalaise sur les indicateurs de santé, 1999*. Ministère de la Santé, SERDHA et Macro International Inc, Calverton, Maryland USA, 2000, 212 p.
 28. TUGUMISIRIZE F, TUMWINE JK & MWOROZI EA – Missed opportunities and caretaker constraints to childhood vaccination in a rural area in Uganda. *East Afr Med J*, 2002, **79**, 347-354.
 29. VAAHTERA M, KULMALA T, MALETA K, CULLINAN T, SALIN ML & ASHORN P – Childhood immunization in rural Malawi: time of administration and predictors of non-compliance. *Ann Trop Paed*, 2000, **20**, 305-312.
 30. WEMBONYAMA O – Le taux de couverture vaccinale : pourquoi est-il si bas? *Développement Santé*, 1994, **112**, 23-26.
 31. WHO/AFRO – Access to immunisation and dropout in the African Region. *AFRO EPI-Newsletter*, 2002, **25**, 1-2.
 32. ZUBER PL, YAMÉOGO KR, YAMÉOGO A & OTTEN MW Jr – Use of administrative data to estimate mass vaccination campaign coverage, Burkina Faso, 1999. *J Infect Dis*, 2003, **187**, S86-90.