

Voisement, aspiration et pré-aspiration : le comportement glottal

Une revue de la littérature

Rachid Ridouane
LPP (CNRS, Paris 3)
rachid.ridouane@univ-paris3.fr

Les traits des mouvements laryngaux pour différents types d'occlusives ont été examinés dans plusieurs langues en utilisant les méthodes de fibroscopie et de photoélectroglottographie. Je présente ici un aperçu sur l'état de nos connaissances en la matière en reproduisant les résultats les plus significatifs obtenus à partir de langues diverses. Au lieu de présenter un résumé global, j'ai opté pour une présentation en 4 sections, correspondant à la nature des occlusives analysées : occlusives sonores, occlusives sourdes non aspirées, occlusives sourdes aspirées, la dernière section englobant deux types de segments assez rares : occlusives sonores aspirées (e.g. hindi) et les occlusives préaspirées (e.g. islandais). Cette disposition a le mérite de clarifier l'exposé mais n'empêchera malheureusement pas certaines répétitions.

1. Les occlusives sonores

En arabe marocain (Zeroual 2000), la dentale /d/ et la dorsopharyngale /d^ʕ/ en initial et intervocalique ainsi que /g/ initial sont produites avec la glotte fermée sur toute sa longueur sauf vers la fin de ces consonnes. A une image seulement du début de la voyelle suivante, la glotte s'ouvre très légèrement. La vélaire intervocalique /g/, par contre, est produite avec la glotte fermée durant toute la durée de la consonne. Un faible instant d'ouverture de la glotte est observable, mais les aryténoïdes ne s'écartent pas, gardant ainsi la même posture que durant le voisement de la consonne et de la voyelle qui suit.

En français (Benguerrél et al. 1978), les occlusives sonores /b, d, g/ sont produites alors que la glotte est fermée et les cordes vocales entraînent de vibrer. Une configuration qui les distingue clairement de leurs contreparties sourdes qui sont réalisées avec un geste d'ouverture-fermeture de la glotte très clair. Une différence notable existe entre les occlusives sonores selon leurs positions dans le mot. En position initiale absolue, comme c'est le cas pour /d/, par exemple, la larguer de la glotte en son milieu est clairement différente de zéro, contrairement à /d/ intervocalique où l'ouverture est toujours négligeable. C'est probablement ce qui explique, selon Benguerrél et al., la différence de force de relâchement qui existe entre les deux positions. En position initiale, l'occlusion glottale moins importante permet une augmentation plus importante de la pression orale, produisant ainsi un relâchement plus important qu'en position intervocalique. La même configuration de la glotte qu'en français est aussi produite durant la tenue des occlusives sonores du japonais (Sawashima & Miyazaki 1973, Sawashima & Niimi 1974, Sawashima et al. 1975).

Dixit (1989) a analysé la configuration glottale durant la production des occlusives bilabiales du hindi /p, p^h, b, b^h/ en position initiale, intervocalique et finale. Les occlusives sonores non aspirées sont produites dans toutes les positions avec la glotte fermée et les cordes vocales entraînent de vibrer durant toute la tenue de ces consonnes. Ces observations rejoignent celles de Kagaya et Hirose (1975) qui ont aussi observé pour la même langue un contact complet des cordes vocales durant toute la tenue des occlusives sonores sans interruption des vibrations des cordes vocales. Mais il est à noter que certaines réalisations de la bilabiale /b/ initial se caractérisent par une ouverture légère de la glotte. La même configuration glottale a été observée en suédois (Lindqvist 1972) ; les occlusives sonores sont réalisées avec la glotte fermée et les cordes vocales entraînent de

vibrer mais certaines réalisations présentent aussi une légère ouverture vers la fin de l'occlusion. Les occlusives voisées de l'anglais américain, d'après l'étude de Sawashima (1970), sont réalisées sans aucune séparation des cartilages aryténoïdiens et aucune interruption des vibrations des cordes vocales. Mais là aussi certaines différences sont à noter, liées principalement aux différences entre locuteurs. Un des trois sujets enregistrés réalise tous les /b/ avec séparation claire des aryténoïdes. Le même sujet réalise presque tous les /p/ non aspirés sans séparation des aryténoïdes, ce qui rend la distinction entre les catégories sourdes et voisées plus problématique. Plusieurs autres langues présentent des phénomènes semblables aux cas du hindi, du suédois et de l'anglais. En néerlandais et en coréen, par exemple, la glotte est généralement fermée et les cordes vocales en instance de vibration pendant la tenue des occlusives sonores non aspirées, mais certaines formes, parfois selon les contextes, peuvent se réaliser avec une légère ouverture de la glotte.

2. Les occlusives sourdes non aspirées.

Les occlusives sourdes /t, k/ de l'arabe marocain (Zeroual 2000) se réalisent avec une configuration de la glotte quasi identique. En position initiale, la glotte est très largement ouverte au début (phase respiratoire) et pendant le milieu de la tenue de ces occlusives. La glotte se referme ensuite progressivement à partir du relâchement de l'occlusion pour atteindre une fermeture complète au début de la voyelle suivante. En position intervocalique, la glotte qui était fermée pendant la tenue de la voyelle précédente s'ouvre progressivement pour atteindre une ouverture maximale au milieu de l'occlusive. La glotte entame après sa phase fermante pour se refermer complètement après le relâchement et au début de la voyelle suivante. La configuration de la glotte pendant la réalisation de l'uvulaire /q/ est identique à celle des occlusives /t, k/, sauf à la fin de la consonne. L'adduction commence en effet en retard pour /q/. Aussi, la fermeture glottale est rapide pour /q/ et progressive pour la vélaire /k/. La comparaison entre les deux positions initiale et intervocalique pour les trois occlusives révèle que le degré d'ouverture de la glotte est plus important en position initiale qu'en position intervocalique. La dorsopharyngale /t^ʕ/ se réalise, quant à elle, avec une configuration glottale différente. En position initiale, la glotte s'ouvre très légèrement durant la tenue de l'occlusion. En position intervocalique, l'ouverture est très faible dès le début de la consonne et, contrairement aux autres occlusives, la glotte garde pratiquement ce même degré d'ouverture très réduit, jusqu'à l'onset de la voyelle qui suit.

Les occlusives sourdes non aspirées du hindi (Dixit 1989) se réalisent, en position initiale devant voyelle accentuée, avec la glotte qui s'ouvre progressivement pour atteindre une ouverture maximale vers le milieu de l'occlusion. La glotte se referme ensuite progressivement pour atteindre une fermeture maximale immédiatement après le relâchement de l'occlusion. La glotte en position intervocalique reste par contre fermée durant la tenue de ces occlusives. La même configuration caractérise les occlusives sourdes non aspirées en position finale aussi, où la glotte est fermée même si les cordes vocales ne vibrent pas. La configuration de la glotte en position intervocalique et finale en hindi semble assez particulière, avec une fermeture totale de la glotte durant toute la tenue de ces segments sourds. Dans une étude sur la même langue, Kagaya & Hirose (1975) ont observé une configuration différente. A partir de données enregistrées par un seul locuteur, ils ont observé que la configuration de la glotte pour un même type d'occlusive est quasiment identique quelle que soit sa position dans le mot : initial ou intervocalique, même si le degré de l'ouverture glottale est plus important en position initial. En position intervocalique, la glotte commence à s'ouvrir au début de l'occlusion. Le degré maximal de l'ouverture glottale est à peu près moitié moins important que pour une occlusive sourde aspirée. Le relâchement oral a lieu au moment où la glotte se referme complètement, ou immédiatement avant. Pendant l'occlusion, aucune vibration glottale n'est observée. Les vibrations, pour la voyelle qui suit, commencent immédiatement après le relâchement. Ces caractéristiques temporelles s'accordent

parfaitement avec les observations de Hirose et al. (1972) et celles de Dixit & MacNeilage (1974) sur la même langue. En position finale, la glotte s'ouvre progressivement pendant la tenue de l'occlusion ainsi qu'après le relâchement pour atteindre une ouverture maximale qui est celle de la respiration (voir aussi Benguerrel & Bhatia 1980 pour une même observation).

Comment expliquer les différences entre les observations de Dixit (1989) et celle de Kagaya & Hirose (1975) ? La variabilité interlocuteur peut expliquer ces divergences, au moins pour la position intervocalique. Pour la position finale, les différences de données, couplées probablement avec des divergences interlocuteurs, peuvent aussi expliquer ces variations. En effet, les données traitées par Dixit (1989) ne contiennent pas d'occlusives en position finale absolue, puisque l'occlusive sourde, intégrée dans une phrase cadre, est immédiatement suivie d'une occlusive sonore. Les données traitées par Kagaya & Hirose (1975) (ainsi que celles analysées par Benguerrel & Bhatia, 1980) contiennent, elles, des occlusives sourdes en position finale absolue.

A partir d'une analyse fibroscopique sur le japonais, Sawashima & Miyazaki (1973), à partir des données d'un locuteur, ont comparé la configuration de la glotte pendant la tenue des occlusives sourdes /t/ et /k/ en position initiale et intervocalique. Leurs résultats montrent que le degré maximum de l'ouverture glottale varie selon les contextes : il est plus important en position initiale qu'en position intervocalique. Ainsi, le degré maximum de l'ouverture glottale pour le /k/ initial est beaucoup plus important que pour le /k/ intervocalique. Les deux se distinguent aussi en terme de durée d'ouverture glottale (160 ms pour l'initiale et 140 ms pour l'intervocalique). La configuration de la glotte pour l'occlusive dentale est très différente. Elle s'ouvre légèrement pour la position initiale avec une durée de 140 ms mais aucune séparation des aryténoïdes n'est observable pour la position intervocalique. Sawashima & Niimi (1974), à partir des données de la même langue, ont analysé les productions de trois locuteurs et inclus la bilabiale /p/ dans leur analyse. Les formes répétées par les locuteurs sont les mêmes que celles analysées par Sawashima & Miyazaki (1973), et contenues dans la même phrase cadre. Leurs observations confirment les résultats déjà obtenus, à savoir que l'ouverture de la glotte est plus importante pour la position initiale qu'intervocalique. L'ouverture de la glotte est aussi plus large pour /k/ (un degré comparable à celui de la fricative /s/) que pour /t/ et /p/. Il est important de rappeler que les données traitées par Sawashima et ses collègues concernent effectivement des segments en position initiale ou finale de mot, mais ayant été incluses dans des phrases cadres, précédées ou suivies par des voyelles, elles demeurent en position médiane. Conscient de cet aspect de leur analyse, Sawashima et al. (1975) ont cette fois-ci analysé des segments en position initial absolue, i.e. au moment de la transition entre « le mode respiratoire » et « le mode de la parole ». Deux locuteurs du dialecte de Tokyo ont répété dix fois des mots contenant entre autres les occlusives sourdes et voisées labiales, dentales et vélaires. Il ressort de cette étude qu'une différence nette existe entre les sourdes et les voisées. Cette différence se caractérise principalement par un retard temporel de l'adduction des cordes vocales pour les sourdes. En effet, durant la réalisation d'une occlusive sourde, la glotte demeure largement ouverte jusqu'à peu près 100 ms avant l'onset de la voyelle qui suit. La glotte entame après sa phase fermante d'une manière très rapide. Pour les sonores, la glotte se referme d'une manière graduelle.

Lisker et al. (1970) ont analysé par fibroscopie les occlusives sourdes et sonores de l'anglais américain. Les sourdes /p/ et /k/ sont généralement réalisées avec une nette séparation des cartilages aryténoïdiens et une interruption des vibrations glottales. Concernant le rapport temporel entre les gestes glottaux et supraglottaux, les données montrent que pour les occlusives sourdes non aspirées, l'interruption des vibrations glottales a souvent lieu une ou deux images après le début de l'occlusion. La séparation des aryténoïdes varie considérablement, pouvant avoir lieu aussi bien avant qu'après l'occlusion orale avec des différences selon les sujets. La

séparation des aryténoïdes ne commence jamais après l'interruption des vibrations glottales. La reprise des vibrations a lieu juste au moment ou immédiatement après le relâchement oral, tandis que la fermeture complète des aryténoïdes est généralement atteinte juste après le relâchement. La tendance générale est que la fermeture complète des aryténoïdes est atteinte peu après la reprise des vibrations glottales. La comparaison avec les occlusives sourdes aspirées montre des différences aussi bien en terme d'amplitude d'ouverture glottale qu'en terme de rapport temporel entre les gestes glottaux et supraglottaux. Les occlusives aspirées sont réalisées avec une amplitude d'ouverture glottale plus importante que les non aspirées. Aussi, la reprise des vibrations glottales a lieu bien après le relâchement pour les aspirées et donc beaucoup plus tard par rapport aux non aspirées.

Les occlusives sourdes non aspirées de l'anglais américain d'après les données traitées par Sawashima (1970) sont généralement réalisées avec une séparation nette des aryténoïdes et une interruption des vibrations glottales. Mais dans un nombre assez important de réalisations de /p, k/ (15 au total), aucune séparation des aryténoïdes n'a été observée. D'autres ne montrent aucune interruption des vibrations des cordes vocales même si leur nombre est peu important. Sawashima a aussi traité du rapport temporel entre les gestes laryngaux et supralaryngaux. Pour les sourdes non aspirées, l'interruption des vibrations glottales a lieu une ou deux images après le début de l'occlusion. La séparation des aryténoïdes présente un rapport temporel qui varie considérablement, pouvant avoir lieu avant ou après l'occlusion orale, avec des variations selon les sujets. La reprise des vibrations a lieu au moment ou immédiatement après le relâchement tandis que la fermeture complète des aryténoïdes a lieu après le relâchement. Les aryténoïdes atteignent globalement leur fermeture complète immédiatement après la reprise des vibrations. Parfois les deux ont lieu en même temps.

3. Les occlusives sourdes aspirées

Pendant la réalisation des occlusives sourdes aspirées en hindi (Dixit, 1989), la glotte s'ouvre progressivement, immédiatement avant la tenue de l'occlusion pour atteindre une ouverture maximale au moment du relâchement. La glotte se referme progressivement après. Cette configuration de la glotte a été observée pour les occlusives sourdes aspirées dans toutes les positions : initiale, intervocalique et finale. Mais s'agit-il réellement de contextes différents ? Les formes traitées par Dixit contiennent certes des occlusives aspirées dans toutes les positions, mais, encore une fois, ces mots sont contenus dans des phrases cadres. Les occlusives initiales sont précédées par une voyelle, et les occlusives finales sont suivies là aussi d'une voyelle. Le résultat est que, abstraction faite des frontières morphologiques dont l'impact sur la configuration glottale est loin d'être clarifiée (voir Ridouane et al. 2006), toutes ces occlusives sont en position médiane.

Benguerrel et Bhatia (1980) ont eux analysé des occlusives se trouvant effectivement en position initiale et finale absolue du hindi. Leurs données montrent que pour les aspirées en position initiale absolue, la glotte, qui était très ouverte avant le début de la consonne (correspondant à la phase respiratoire), se referme progressivement durant la tenue de la consonne pour atteindre une fermeture complète assez loin du moment du relâchement. Pour la position finale absolue, la glotte qui était fermée pendant la voyelle précédente, commence à s'ouvrir dès le début de l'occlusion pour atteindre une ouverture maximale après la fin du relâchement. Cette ouverture maximale correspond au début de la respiration.

Kagaya (1974) a analysé les gestes laryngaux de trois types de consonnes coréennes définies dans la littérature de plusieurs façons différentes : (a) « fortes » ou « tendues non aspirées », (b) « lax », « faibles et légèrement aspirées » ou « non aspirées », (b) « aspirées » ou « tendues et très fortement aspirées ». On s'intéressera plus particulièrement au troisième type : les fortement

aspirées. Les données analysées par Kagaya sont les formes /CV/ et /VCV/ où C correspond aux occlusives bilabiales, dentales ou vélares. Les données ont été enregistrées par deux locuteurs natifs de Séoul. Dans le contexte CV, i.e. en position initiale absolue, la glotte qui était ouverte avant la tenue du segment s'ouvre d'avantage dans la phase initiale de la réalisation de l'aspirée pour atteindre une ouverture maximale au moment du relâchement. L'amplitude de cette ouverture est comparable à celle de la position respiratoire. La glotte entame sa phase fermante immédiatement après. Dans le contexte /VCV/, la glotte qui était fermée pendant la tenue de la voyelle précédente s'ouvre progressivement jusqu'à atteindre son niveau maximal et se referme assez rapidement pour le voisement de la voyelle qui suit. Comme pour la position initiale, le relâchement de l'occlusion a lieu au moment où la glotte atteint son ouverture maximale. Le degré de cette ouverture est comparable ou légèrement moins important que pour la position initiale. La durée de l'aspiration pour la position intervocalique varie entre 60 et 140 ms. Pour la position initiale, elle varie entre 140 et 220 ms.

Fukui & Hirose (1983) ont analysé les ajustements laryngaux durant la production des occlusives sourdes aspirées du danois. En position initiale, les occlusives /p, t, k/ présentent un degré d'ouverture glottale très important, deux à trois fois plus large que /b, d, g/, occlusives qui sont aussi réalisées avec une ouverture glottale très évidente comme le montrent les figures établies par les deux auteurs. Les deux séries d'occlusives s'opposent aussi en terme du rapport temporel entre les gestes glottaux et supraglottaux. Dans /p, t, k/, la glotte atteint son degré d'ouverture maximale à peu près au moment du relâchement. Et parfois même après le relâchement (voir Frokjaer-Jensen et al., 1971 et Hutters, 1985 pour une même observation). Pour /b, d, g/, le relâchement oral a lieu juste avant l'onset de la voyelle qui suit. La durée de l'ouverture glottale est légèrement plus longue pour les sourdes aspirées mais l'occlusion dure plus longtemps pour /b, d, g/. La configuration de la glotte pour les sourdes aspirées et non aspirées du danois ressemble à celle observée par Kagaya & Hirose (1975) pour le hindi. Les occlusives sourdes non aspirées du mandarin (Iwata & Hirose 1976) et celles de la langue fukienese (Iwata et al. 1979) présentent, quant à elles, des degrés d'ouverture glottale beaucoup moins importants. Aussi, dans ces quatre langues, la durée d'occlusion des aspirées est plus courte que celles des non aspirées, mais la différence est encore plus importante pour le danois et le hindi. La corrélation entre la durée d'occlusion et l'aspiration est développé en détail dans Ridouane (2003).

Hutters (1985) a aussi analysé les occlusives sourdes du danois. Ce travail, largement cité, a l'avantage indéniable d'avoir traité les données de pas moins de cinq locuteurs, un fait assez rare dans les expériences fibroscopiques et photoélectroglottographiques. Hutters a analysé les occlusives aspirées et non aspirées intervocaliques en position initiale de mot. Le geste glottal est différent selon la nature des occlusives, les aspirées étant réalisées avec un degré d'ouverture glottale significativement plus large et ce pour tous les sujets. Les aspirées se distinguent aussi des non aspirées en terme des ajustements entre les articulations glottales et supraglottales. Le rapport temporel entre l'explosion orale et le moment de l'abduction maximale est significativement différent selon les deux catégories pour les 5 locuteurs. Pour les aspirées, le relâchement a lieu en moyenne 20 ms avant l'ouverture maximale de la glotte. Pour les non aspirées, par contre, le relâchement a toujours lieu bien après l'ouverture maximale de la glotte, l'intervalle étant en moyenne de 50 ms, et donc plus proche de la fin du geste glottal. Hutters a aussi comparé le comportement glottal et supraglottal des trois différents lieux d'articulation /p, t, k/. Ses résultats confirment les observations de Fischer-Jørgensen (1980) notamment que la durée de l'aspiration est plus courte pour /p/, longue pour /k/ et plus longue pour /t/, exactement dans l'ordre inverse pour la durée d'occlusion où c'est /p/ qui a la plus longue durée et /t/ la plus courte. Concernant le degré de l'ouverture glottale, les résultats de Hutters montrent que la vélaire /k/, aspirée ou pas, a la plus large amplitude, confirmant ainsi la tendance générale observée dans

d'autres langues¹ (Sawashima & Miyazaki 1973, Sawashima & Niimi 1974, Hirose 1975, Pétursson 1976, Hirose & Ushijama 1978). La relation temporelle entre le relâchement oral et l'aperture maximale de la glotte dépend selon Hutterers du lieu d'articulation de la consonne. Pour /p/, l'onset du relâchement précède l'ouverture maximale de 10 ms en moyenne, tandis que pour /k/ et /t/, les moyennes sont de 20 à 36 ms, respectivement. Ces différences sont significatives. Très peu d'études ont traité de cette corrélation entre le lieu d'articulation et le rapport temporel des gestes glottaux et supraglottaux. Hoole et al. (1984) ont traité plus particulièrement de ce sujet et leurs conclusions rejoignent celles de Hutterers (voir plus bas). D'autres études n'ont pas à proprement parler traité de cette corrélation, mais leurs figures peuvent renseigner sur ce sujet. C'est le cas notamment de Pétursson pour l'islandais (1976) et Kagaya pour le coréen (1974). La figure 4 de Pétursson (1976 : 178), par exemple, qui indique le moment de l'ouverture glottale maximale par rapport au début de l'occlusion, semble montrer une différence importante entre /p, t/ d'un côté et /k/ de l'autre (une différence d'à peu près 20 ms). Les figures 2 et 3 de Kagaya (1974 : 164-165) montrent aussi une légère différence de rapport temporel entre /p/, /t/ et /k/, mais ces différences varient selon la nature de la voyelle qui suit et la position dans le mot.

Löfqvist & Pétursson (1978) ont analysé par photoélectroglottographie les ajustements laryngaux en suédois et en islandais. Commençons par les occlusives suédoises. Les voisées sont généralement produites avec des vibrations glottales pendant l'occlusion. La durée d'occlusion est la même pour les deux séries quand les sourdes sont aspirées. Par contre, dans les contextes où les sourdes se réalisent sans aspiration, leur durée d'occlusion devient considérablement plus importante que celle des occlusives voisées. La pression d'air oral est identique pour les occlusives sourdes, qu'elles soient aspirées ou pas. Le degré maximum d'ouverture glottale a toujours lieu avant le relâchement mais jamais après (Ses observations sont tirées à partir de l'enregistrement d'un seul sujet). Concernant l'islandais (à partir là aussi d'un seul sujet), où les occlusives sont toutes sourdes, l'intervalle entre l'implosion et le degré maximum de l'ouverture glottale est systématiquement plus court pour les non aspirées que pour les aspirées. Löfqvist & Pétursson ont été particulièrement intéressés par la corrélation entre le degré d'ouverture glottale, le rapport temporel oral-glottal et l'aspiration. Leurs observations indiquent clairement que pour l'islandais et le suédois, la coordination entre les gestes laryngaux et supralaryngaux est le facteur principal qui détermine l'aspiration. La glotte atteint souvent son degré d'ouverture maximal plus au moins au moment du relâchement pour les aspirées. Pour les non aspirées, par contre, l'ouverture maximale est atteinte bien avant le relâchement. Cela veut dire que la glotte est dans une situation adéquate pour que le voisement ait lieu au moment du relâchement de l'occlusive non aspirée et ouverte au même moment pour l'occlusive aspirée. Pétursson (1976) arrive à la même conclusion. Il a observé que l'ouverture maximale pour les aspirées est atteinte en moyenne 10 à 20 ms avant la rupture de l'occlusion. Au moment du relâchement, la glotte est pratiquement fermée pour les non aspirées et la voyelle subséquente peut commencer immédiatement après le relâchement.

Le degré de l'ouverture glottale semble être lié à l'aspiration de différentes manières en islandais et en suédois. En islandais, le degré maximal de l'ouverture glottale est plus petit pour les occlusives sourdes non aspirées et plus important pour les aspirées². Les occlusives préaspirées de l'islandais comme nous allons le voir plus bas présentent un degré intermédiaire (voir aussi Löfqvist & Yoshioka 1980). En suédois, par contre, il ne semble pas y avoir de relation entre le degré de l'ouverture glottale et l'aspiration. Ces résultats confirment les observations de Lindqvist (1972). Löfqvist & Pétursson n'ont pas traité de la corrélation entre le degré de l'ouverture

¹ Voir Löfqvist (1976) pour une observation différente et une explication à cette tendance qui serait due selon lui à l'influence des mouvements verticaux du larynx.

² Une configuration différente a été observée par Ladefoged et Maddieson (1996 : 70-71) pour qui le degré maximal de l'ouverture glottale entre les aspirées et les non aspirées n'est pas très différent.

glottale et le lieu d'articulation. Pétursson (1976) l'a fait et a trouvé que l'ouverture glottale n'est pas indépendante du lieu d'articulation. Il semble en effet au vu de ses résultats que l'ouverture de la glotte augmente à mesure que le lieu d'articulation recule dans la cavité buccale. Ceci expliquerait selon Pétursson le fait que l'aspiration est plus longue pour les vélares que pour les labiales et les dentales. D'autres chercheurs ont déjà signalé un fait semblable. Sawashima & Miyazaki (1973) à partir des données du japonais ont déjà signalé que le degré de la glotte pour /k/ est plus important que pour /t/ aussi bien en position initiale qu'intervocalique. Leurs figures (ibid : 3) le montrent aussi très clairement. Sawashima & Niimi (1974 : 14) à partir de l'enregistrement de 3 locuteurs japonais concluent aussi que : « *The opening for /k/ appears to be larger than for [t] and [p]* » Hirose (1975) ainsi que Hirose & Ushijama (1978), toujours pour le japonais, ont aussi constaté que le degré de l'ouverture de la glotte est plus important pour les occlusives vélares. Cet aspect a été constaté pour plusieurs langues ; une tendance qui semble donc quasi universelle.

L'étude menée par Hoole et al. (1984) était aussi intéressée par les différences de configuration glottique potentielles qui peuvent exister entre différents lieux d'articulation. Les occlusives analysées sont la labiale et la dentale sourdes /p/ et /t/ de l'allemand. Les mesures effectuées sur l'intervalle entre le degré maximal de l'ouverture glottale et le relâchement oral indiquent des différences significatives, cet intervalle étant plus long pour /p/ que pour /t/ (pour les trois sujets enregistrés). Cette différence d'intervalle est considérée comme un effet passif dû à des différences de durée d'occlusion, les bilabiales ayant une durée plus longue que les dentales³ ; autrement dit, un geste glottal quasi identique pour les deux lieux d'articulation superposé sur une variété d'articulations orales. Selon Hoole et al., les variations de durée d'aspiration entre différents points d'articulations ne seraient pas dues à des variations du geste glottal mais plutôt à des différences au niveau suprasegmental, comme la durée d'occlusion par exemple.

L'analyse des occlusives sourdes aspirées de l'anglais américain d'après Sawashima (1970) en comparaison avec les sourdes non aspirées révèle des similitudes mais aussi des différences notables. En terme d'amplitude d'ouverture glottale, les données de Sawashima rejoignent la tendance générale observée dans d'autres langues, à savoir que les aspirées se réalisent avec une plus large ouverture glottale. La largeur de l'ouverture glottale pour les aspirées est identique à celle des fricatives considérées généralement comme étant les segments ayant la plus large amplitude glottale. Les sourdes aspirées et non aspirées se distinguent aussi en terme du degré de l'ouverture glottale au moment du relâchement ; ce degré pour les non aspirées étant très nettement inférieur que pour les aspirées. D'autres différences ont aussi été observées et notamment concernant le rapport temporel de la fermeture des aryténoïdes et la reprise des vibrations des cordes vocales. Les aryténoïdes atteignent leur fermeture complète beaucoup plus tard pour les aspirées. Aussi la reprise des vibrations a généralement lieu plus tôt pour les non aspirées. Les données de Sawashima font aussi état de ressemblances entre ces deux séries d'occlusives, et ce principalement en terme de timing de gestes laryngaux au moment de l'occlusion orale, où aucune différence entre les aspirées et les non aspirées n'a été détectée.

4. Les occlusives voisées aspirées et sourdes préaspirées

Dans ce qui va suivre, je vais présenter un résumé succinct des résultats obtenus à partir de l'analyse de la configuration de la glotte pendant la tenue de certains segments assez rares, notamment les occlusives voisées aspirées et les occlusives pré-aspirées. Commençons par les occlusives voisées aspirées. Très peu de langues connaissent ce type d'occlusives. On cite généralement parmi ces langues : la proto-langue posée au départ des langues indo-européennes, le changana, le hindi et le maïthili. Le changana (connu aussi sous le nom de Tsonga) est parlé

³ Voir Cooper (1999) pour les mêmes résultats sur l'anglais américain.

principalement au Mozambique et en Afrique du Sud. Cette langue a un inventaire consonantique exceptionnel (125 segments contrastifs), parmi lesquels se trouvent les occlusives pré-nasalisées sonores aspirées (Janson & Engstrand, 2001). La proto-langue posée au départ des langues indo-européennes, selon les comparatistes, dispose aussi d'un système phonétique assez riche en consonnes occlusives : une série non-voisée, une série voisée et une série voisée aspirée (Lehmann, 1993).

Les deux langues disposant d'occlusives voisées aspirées à avoir fait l'objet de plusieurs études phonétiques sont le hindi (Kagaya & Hirose 1975, Benguerrel & Bhatia 1980, Dixit 1989) et, dans une moindre mesure, le maithili (Yadav 1984). Les occlusives sonores aspirées du hindi sont réalisées dans toutes les positions avec une ouverture glottale modérée, approximativement la moitié de celle attestée pendant la réalisation de leurs contreparties sourdes (Dixit 1989). Le degré de l'ouverture glottale semble plus important en position initiale qu'en position intervocalique et finale. Le geste d'ouverture commence toujours pendant l'occlusion et très souvent bien après le contact articuloire, son degré maximal est souvent atteint bien après le relâchement. Le geste de fermeture, qui commence au sommet de l'ouverture, atteint une fermeture complète durant la première partie de la voyelle qui suit. Les deux autres études sur le hindi arrivent en général aux mêmes résultats, mais des différences sont à noter. Signalons tout d'abord qu'une différence de données traitées existe entre Dixit (1989) et Kagaya & Hirose (1975) d'un côté et Benguerrel & Bhatia (1980) de l'autre. Les données traitées par ce dernier sont des mots isolés, avec donc des segments en positions initiale et finale absolues. Toutes les formes traitées dans les deux autres études sont incluses dans des phrases cadres. Ainsi, seule la configuration de la glotte en position intervocalique peut être comparée entre ces études. La différence principale concerne le rapport temporel entre les gestes glottaux et les gestes supraglottaux. Dans les données de Benguerrel & Bhatia (1980), le geste d'ouverture de la glotte commence souvent au moment du relâchement, tandis que dans les deux autres études, l'ouverture glottale commence vers le milieu de l'occlusion, et rarement au moment du relâchement oral. La glotte en position initiale absolue, pour les sonores aspirées, a une configuration plus complexe (Benguerrel & Bhatia 1980 : 136). La glotte est fermée et les cordes vibrent pendant l'occlusion orale (pendant 130 ms en moyenne), jusqu'au moment du relâchement oral, où la glotte commence à s'ouvrir, mais les cordes vocales continuent de vibrer, jusqu'à atteindre une ouverture maximale - avec un degré qui est à peu près la moitié de celui pendant la respiration - 65 ms en moyenne après le relâchement. La glotte entame dès lors sa phase fermante, avec des cordes vocales toujours en vibration, pour atteindre une fermeture complète 130 ms en moyenne après le relâchement. En position finale absolue, toujours selon les données de Benguerrel & Bhatia (1980), la configuration de la glotte est identique à celle des sonores non aspirées. La même observation s'applique aussi aux sourdes. En position finale, les sourdes aspirées et non aspirées ont une même configuration glottale. La seule opposition donc entre les occlusives en position finale est celle du voisement. L'aspiration ne permet pas de distinguer les différents types d'occlusives dans ce contexte.

A partir de l'enregistrement d'un phonéticien à qui il a été demandé de réaliser entre autres trois types d'occlusives labiales /p, p^h, b^h/ en position intervocalique, Hirose et al. (1972) ont arrivé pratiquement aux mêmes résultats que ceux obtenus à partir du hindi. Leurs conclusions rejoignent en grande partie les conclusions de Dixit (1989) et Kagaya & Hirose (1975) concernant le rapport temporel des gestes glottaux et supraglottaux⁴. Le degré maximal de la glotte est atteint bien après le relâchement oral. Aussi, la glotte commence à s'ouvrir pendant l'occlusion bien avant le relâchement et là aussi cette observation rejoint celle de Dixit (1989) et de Kagaya & Hirose (1975) mais va à l'encontre de celle de Benguerrel & Bhatia (1980) qui, rappelons-le, ont observé que la glotte commence à s'ouvrir au moment du relâchement.

⁴ Voir aussi Sawashima & Hirose (1983) pour les mêmes observations.

Les occlusives sourdes pré-aspirées sont attestées en gaélique écossais, en faroèse, en islandais, ainsi que, de manière optionnelle, dans certains dialectes suédois et norvégiens⁵. L'islandais est de loin la langue la plus analysée (Garnes 1973, Pétursson 1976, Thrainsson 1978, Löfqvist & Pétursson 1978, Löfqvist & Yoshioka 1980, Ni Chasaide & Dochartaigh 1984). Avant de présenter un aperçu sur la configuration glottale lors de la production de ces consonnes, il serait important, il me semble, de préciser au préalable la forme phonétique des symboles employés dans ces études. Les occlusives aspirées /p, t, k/ existent uniquement en position initiale. En position intervocalique, toutes les occlusives sont non aspirées. Les consonnes notées *bb, dd, gg*, se réalisent comme des géminées non aspirées sourdes [p:, t:, k:]. Les consonnes notées *pp, tt, kk* se réalisent comme des sourdes simples pré-aspirées. Le statut phonologique exact de ces dernières consonnes n'est pas totalement tranché. Pétursson (1976) et Garnes (1973) considèrent les pré-aspirées comme un groupe de consonnes : [h+occlusive non-aspirée]. D'autres considèrent ces segments comme des géminées (Ni Chasaide 1985, Ladefoged & Maddieson 1996). Hoole a comparé la configuration de la glotte des occlusives pré-aspirées et non aspirées, à partir des données d'un locuteur de l'islandais du sud (appelé aussi le *limæli*). Ses résultats indiquent que les pré-aspirées sont réalisées avec une ouverture glottale très large, dépassant parfois la largeur de la fricative pré-vocalique /s/. Pétursson (1978) avait observé la même amplitude importante dans une étude sur la même variété de l'islandais et à partir d'un seul locuteur (l'auteur lui-même). Löfqvist & Yoshioka (1980), de leur côté, ont observé une ouverture glottale moins importante. Selon leurs observations, le degré d'ouverture glottale pour les préaspirées est moins important que les post-aspirées et plus important que pour les non aspirées. Concernant le rapport temporel entre les gestes glottaux et supraglottaux, les trois études citées plus haut s'accordent globalement. Elles montrent que pour les préaspirées, contrairement à leurs contreparties aspirées, l'abduction glottale ainsi que l'amplitude d'ouverture maximale précèdent le relâchement oral.

Références

- Benguerrrel, A.P., Hirose, H., Sawashima, M. and Ushijima, T. (1978). Laryngeal control in French stop production: a fiberoptic, acoustic and electromyographic study. *Folia phoniatrica* 30: 175-198.
- Benguerrrel, A.P. & Bhatia, T.K. (1980). Hindi stop consonants: an acoustic and fiberoptic study. *Phonetica* 37: 149-158.
- Cooper, A.M. (1999). Laryngeal and oral gestures in English /p, t, k/. *Proceedings of the 12th International Congress of Phonetic Sciences* 2, 50-53.
- Dixit, R.P. (1989). Glottal gestures in Hindi plosives. *Journal of Phonetics* 17, 213-237.
- Dixit, R.P., Mac Neilage, P.F. (1974). Glottal dynamics during Hindi bilabial plosives and the glottal fricative. *Journal of the Acoustical Society of America* 55 (Suppl. 1), S 80.
- Fischer-Jørgensen, E. (1980). Temporal relations in Danish tautosyllabic CV sequences with stop consonants. *Annual Report of the Institute of Phonetics, University of Copenhagen* 14, 207-261.

⁵ Voir Daniel Silverman :
<http://www.cogsci.uiuc.edu/~daniel/journal%20of%20linguistics.pdf>.

- Frøkjær-Jensen, B., Ludvigsen, C. & Rischel, J. (1971). A glottographic study of some Danish consonants. *Form and Substance*, 123-140. Hammerich, Jakobson & Zwirner (eds.), Akademisk, Copenhagen.
- Fukui, N. & Hirose, H. (1983). Laryngeal adjustments in Danish voiceless obstruent production. *Annual Report of the Institute of Phonetics, University of Copenhagen* 17, 61-71.
- Garnes, S. (1973). Phonetic evidence supporting a phonological analysis. *Journal of Phonetics* 1, 173-183.
- Hirose, H. (1975). The posterior cricoarytenoid as a speech muscle. *Annual Bulletin, Research Institute of Logopedics and Phoniatics, University of Tokyo* 9, 47-66.
- Hirose, H. Lisker, L. & Abramson, A. (1972). Physiological aspects of certain features in stop production. *Haskins Laboratories: Status Report on Speech Research* SR-31/32, 183-191.
- Hirose, H. & Ushijima, T. (1978). Laryngeal control for voicing distinction in Japanese consonant production. *Phonetica* 35, 1-10.
- Hoole, P., Pompino-Marschall, B. & Dames, M. (1984). Glottal timing in German voiceless occlusives. *Proceedings of the 10th International Congress of Phonetic Sciences*, 309-403. Van den Broecke & Cohen (eds.).
- Hutters, B. (1985). Vocal fold adjustments in aspirated and unaspirated stops in Danish. *Phonetica* 42, 1-24.
- Iwata, R. & Hirose, H. (1976). Fiberoptic, acoustic studies of Mandarin stops and affricates. *Annual Bulletin, Research Institute of Logopedics and Phoniatics* 10, 47-60.
- Iwata, R., Sawashima, M., Hirose, H. & Niimi, S. (1979). Laryngeal adjustments of Fukienese stops. Initial plosives and final plosives. *Annual Bulletin, Research Institute of Logopedics and Phoniatics, University of Tokyo* 13, 61-81.
- Janson, T. & Engstrand, O. (2001). Some unusual sounds in Changana. *Proceedings of the 14th Swedish Phonetics Conference. Working Papers*, 49, 74-77. Department of Linguistics, Lund University. http://www.ling.su.se/fon/perilus/2001_03.pdf
- Kagaya, R. (1974). A fiberoptic and acoustic study of Korean stops, affricates and fricatives. *Journal of Phonetics* 2, 161-180.
- Kagaya, R. & Hirose, H. (1975). Fiberoptic, electromyographic and acoustic analysis of Hindi stop consonants. *Annual Bulletin, Research Institute of Logopedics and Phoniatics, University of Tokyo* 9, 27-46.
- Ladefoged, P. & Maddieson, I. (1996). *The sounds of the world's languages*. Blackwell Publishers: Oxford.
- Lehmann, W.P. (1993). *Theoretical bases of Indo-European linguistics*. London/New York.

- Lindqvist J. (1972). Laryngeal articulation studied on Swedish subjects. *Speech Transmission Laboratory, Quarterly Progress and Status Report (STL-QPSR)*, 10-27. Dept. of Speech Transmission, Royal Institute of Technology, Stockholm.
- Lisker, L., Sawashima, M., Abramson, A.S. & Cooper, F.S. (1970). Cineradiographic observations of the larynx during voiced and voiceless stops. *Haskins Laboratories: Status Report on Speech Research* SR 21/22, 201-211.
- Löfqvist, A. (1976). Closure duration and aspiration for Swedish stops. *Phonetics Laboratory Working Papers* 13, 1-39. Lund University.
- Löfqvist, A. & Pétursson, M. (1978). Swedish and Icelandic stops - A glottographic investigation. *The Nordic Languages and Modern Linguistics* 3, 454-461. Weinstock (eds.), Austin: The University of Texas at Austin Press.
- Löfqvist, A. & Yoshioka, H. (1980). Laryngeal activity in Swedish obstruent clusters. *Journal of the Acoustical Society of America* 68(3), 792-799.
- Ni Chasaide, A. & Dochartaigh, C.O. (1984). Some durational aspects of preaspiration. *Occasional Papers in Linguistics and Language Learning* 9, 141-157.
- Pétursson, M. (1976). Aspiration et activité glottale. *Phonetica* 33, 169-98.
- Ridouane, R. (2003). *Suites de consonnes en berbère : phonétique et phonologie*. Thèse de Doctorat, Université Paris 3.
- Ridouane, R., Fuchs, S. & Hoole, P. (2006). Laryngeal adjustments in the production of voiceless obstruent clusters in Berber. *Speech Production: Models, Phonetic Processes, and Techniques*, pp. 249-267. In Harrington & Tabain (ed.). Macquarie University: Sydney, Australia.
- Sawashima, M. (1970). Glottal adjustments for English obstruents. *Haskins Laboratories: Status Report on Speech Research* SR-21/22, 186-200.
- Sawashima, M. & Miyazaki, S. (1973). Glottal opening for Japanese voiceless consonants. *Annual Bulletin, Research Institute of Logopedics and Phoniatrics, University of Tokyo* 7, 1-9.
- Sawashima, M. & Niimi, S. (1974). Laryngeal conditions in articulations of Japanese voiceless consonants. *Annual Bulletin, Research Institute of Logopedics and Phoniatrics, University of Tokyo* 8, 13-18.
- Sawashima, M., Hirose, H., Ushijima, T. & Niimi, S. (1975). Laryngeal control in Japanese consonants with special reference to those in utterance initial position. *Annual Bulletin, Research Institute of Logopedics and Phoniatrics, University of Tokyo* 9, 21-26.
- Sawashima, M. & Hirose, H. (1983). Laryngeal gestures in speech production. *The Production of Speech*, 11-38. MacNeilage (eds.), New York, Heidelberg, Berlin: Springer Verlag.
- Thrainsson, H. (1978). On the phonology of Icelandic preaspiration. *Nordic Journal of Linguistics* 1, 3-54.

Ridouane, R. (2006)

Yadav, R. (1984). Voicing and aspiration in Maithili: A fiberoptic and acoustic study. *Indian Linguistics* 45/1- 4, 1-30.

Zeroual, C. (2000). *Propos controversés sur la phonétique et la phonologie de l'arabe marocain*. Thèse de Doctorat Unifié, Université Paris 8.