

## **Étude de cas sur la contextualisation de l'enseignement des sciences physiques par l'utilisation des technologies traditionnelles**

### **Résumé :**

Nous présentons certaines technologies traditionnelles qui, en milieu rural où elles sont très familières, pourraient être utilisées dans l'enseignement des sciences physiques, avec comme principal avantage pour l'apprenant, de découvrir la notion enseignée à travers l'utilisation qu'on en fait dans son contexte socioculturel habituel et de susciter ainsi, chez lui, certainement plus d'intérêt pour cette discipline et d'accroître sa culture scientifique.

Mots-clés : sciences physiques, programmes, objectifs, contenus notionnels, stratégies, contextualisation, technologies traditionnelles, énergie.

### Introduction

L'enseignement des sciences physiques est dispensé à différents niveaux du système éducatif. Ces niveaux varient selon les pays. Les programmes en vigueur aux niveaux scolaires précisent les objectifs et même les stratégies. Les contenus notionnels et les modèles utilisés pour les enseigner aux différents niveaux en Afrique francophone sont, pour la plupart, ceux proposés dans les manuels en usage, et, à quelques rares exceptions près, ces manuels sont ceux – ou sont conçus sur le modèle de ceux – destinés aux publics du Nord et qui, logiquement, se basent sur la culture et le niveau de développement de ces publics pour faciliter la compréhension des notions enseignées. À notre avis, l'utilisation de ces modèles ailleurs, pour des publics de culture différente, comme ceux de l'Afrique sub-saharienne, a été et demeure sans nul doute, dans bien des cas, source d'incompréhension, d'acquisition superficielle, d'échec, de découragement des apprenants dans l'enseignement des sciences physiques, et explique le nombre relativement faible d'étudiants et de spécialistes nationaux dans ce domaine. « On n'entre pas directement dans la façon de penser de l'autre » (Giordan, 2002), surtout avec, de surcroît, le handicap de la langue. Il suffit par exemple de citer les problèmes de compréhension rencontrés en terminale sur la définition d'un système ou d'une force intérieure dans l'enseignement de la notion de l'énergie potentielle, à partir des modèles proposés dans les manuels courants ; l'élève se résigne souvent au bachotage à défaut d'une compréhension effective de la situation physique. Étant donnée l'importance des sciences physiques dans le développement de l'enseignement et de la culture scientifiques, particulièrement pour l'Afrique, ce diagnostic, malgré les mérites et la qualité indéniables des programmes venus ou calqués du Nord, conduit à chercher comment intéresser un plus grand nombre à l'enseignement de cette discipline. Et, comme pour toutes les autres disciplines, en Afrique comme ailleurs, la solution, à l'instar des pays du

Nord, est de puiser, d'abord dans l'environnement immédiat de l'apprenant, d'adapter les contenus notionnels à son niveau intellectuel, d'utiliser son contexte socioculturel afin de faciliter sa compréhension, de valoriser son environnement et susciter, de ce fait, son intérêt pour les sciences physiques.

La nécessité de contextualiser l'enseignement des sciences est le fondement du projet d'« Appui aux recherches sur la contextualisation et à l'harmonisation des enseignements secondaire » (ARCHES), et de sa composante « Harmonisation des programmes des sciences physiques et de technologie » (HPSPT). Ce projet a été mis en place à la fin des années 90 avec l'aide de la coopération française, au bénéfice de seize pays de l'Afrique francophone et de l'Océan indien, pour encourager et élargir des actions d'harmonisation développées auparavant dans certains de ces pays depuis plus de dix ans (Beaudlet et al., 2000) . Ces actions, débutées sur l'initiative africaine, en 1983 pour les mathématiques, en 1995 pour les sciences physiques, se sont étendues, avec la signature du projet ARCHES en octobre 1997, aux quatre principales disciplines d'enseignement. Ces actions sont nées des constats faits par tous les acteurs nationaux de ces pays que les programmes en vigueur « étaient analogues aux programmes français », que l'insuffisance ou l'obsolescence des équipements, le délabrement des laboratoires – dû à l'absence de maintenance – aggravés par les difficultés économiques, ne permettaient plus d'assurer des prestations de qualité et qu'il était devenu nécessaire de concevoir en commun des programmes et de construire des équipements adaptables aux spécificités des pays concernés. Pour ARCHES, contextualiser les programmes, c'est tenir compte des particularités du système éducatif national par rapport aux systèmes éducatifs des autres pays et, pour chaque pays, pouvoir continuer à affirmer sa spécificité, sur fond d'harmonisation ; mais « harmoniser, sans uniformiser », c'est-à-dire « établir un référentiel commun pour les contenus des programmes du secondaire » qui réaffirme le caractère fondamental de la dimension expérimentale de l'enseignement des sciences, fondé sur « des analyses systémiques ... » et devant « aboutir à bâtir des programmes du secondaire tenant compte des conditions socio-économiques », « à l'élaboration des fiches pédagogiques, à fabriquer des matériels et éditer des documents », en apportant des « réponses aux problèmes de coût, de maintenance, d'adaptation aux besoins des pays africains ». En HPSPT, six grandes rencontres ont été organisées de 1995 à 2000 entre les pays concernés ; de nombreuses recommandations ont été formulées, des pôles pédagogiques spécialisés mis en place. L'évaluation du projet ARCHES effectuée en 2000 signale des progrès appréciables dans l'élaboration par des auteurs africains et européens des programmes « harmonisés », des fiches pédagogiques et du matériel didactique dans certains domaines des sciences physiques. Mais l'édition des manuels ne semble pas suivre le même rythme : aujourd'hui, il n'existe pas, en sciences physiques, de manuel au contenu harmonisé en usage dans tous les pays concernés par ce projet et encore moins de manuel à contenu réellement contextualisé.

Dans le système éducatif congolais, les premiers contenus contextualisés en vue de « promouvoir les sciences physiques et technologiques » (NGUIA, et al., 1986) sont introduits par l'Institut National de Recherche et d'Action Pédagogique (INRAP) dès le milieu des années 80 dans les manuels du groupe de réflexions interafricaines (GRIA), avec une contribution remarquable de trois enseignants-chercheurs congolais. Cette collection a été conçue à l'époque pour couvrir les programmes des collèges. Sans modifier fondamentalement les contenus notionnels rencontrés dans les manuels conçus sur le modèle de l'étranger, cette tentative a le mérite d'utiliser, particulièrement dans le manuel de la classe de 6<sup>e</sup>, des exemples, des images tirés de la pratique quotidienne de la vie congolaise – surtout urbaine – pour illustrer les notions qui s'y prêtent. Aujourd'hui, le Congo s'est donné de nouveaux programmes « par objectifs de compétence » : leur mise en œuvre est conditionnée par l'édition de nouveaux manuels nécessairement contextualisés.

Notre travail consiste à montrer qu'il est pensable, voire avantageux, d'introduire – dans cette contextualisation entendue à la fois comme une adaptation au niveau intellectuel des apprenants, une intégration de leur milieu socioculturel, une contribution à la valorisation de ce milieu, et même une façon de relever le défi de la nécessaire préservation de la diversité culturelle dans une conjoncture de mondialisation, de globalisation – certaines technologies traditionnelles, familières à des publics ciblés, pour illustrer l'enseignement de certaines notions en sciences physiques, notamment en milieu rural. En effet, pour chaque degré où l'on enseigne cette discipline, on peut trouver, en technologies traditionnelles, des exemples susceptibles de remplacer avantageusement, parce que plus familiers, avec les mêmes critères de rigueur scientifique et de pertinence, ceux préconisés dans les manuels courants. Sur ces technologies, l'inventaire et l'analyse proposés ici pourraient constituer, pour les enseignants des différents niveaux, une documentation adaptée de référence qui peut palier l'absence de manuels qui, malheureusement, continue à poser la question de savoir où trouver et comment délimiter les contenus détaillés et les modèles pour l'application des nouveaux programmes et penser à leur évaluation.

Au stade actuel de cette réflexion, dont les premiers résultats ont été présentés récemment au colloque de Salvador de Bahia (Brésil) consacré aux « savoirs et pratiques » (Mbemba, 2002), nous nous intéressons principalement à l'enseignement des notions relevant de la mécanique. Après une présentation succincte des contenus des nouveaux programmes en mécanique et un commentaire rapide des modèles rencontrés dans les manuels courants sur l'enseignement de ces notions au Congo, nous recensons, décrivons et analysons quelques modèles préconisés basés sur les technologies traditionnelles et l'intérêt des développements scientifiques qu'autorisent certains d'entre eux, y compris au niveau universitaire.

## Les programmes en vigueur : contenus notionnels par niveau, en mécanique

Les programmes en vigueur au Congo depuis la rentrée de 2002 (INRAP, 2002), dits « par objectifs de compétence » « répondent aux exigences de la loi 025/95 du 17 novembre 1995, aux recommandations du Forum pour l'éducation de Dakar (avril 2000) et du Plan national d'Action de l'enseignement pour tous (juillet 2000) ». Ils prévoient les notions de sciences physiques dès le cycle d'observation et d'éveil (CP2-CE1) i par la découverte des qualités physiques des objets (forme, texture, couleurs, friabilité, solidité, fragilité, extensibilité, élasticité, plasticité). L'enseignement des sciences physiques devient plus explicite au cycle de fixation (CE2-CM2) : les contenus notionnels portent sur la physique et la chimie. La partie consacrée à la physique prolonge l'étude, au CM2, des notions de mécanique par les caractéristiques, la représentation d'une force, l'identification des différents types de forces. Parallèlement, se développe à partir du CE2, l'enseignement de la technologie qui fait également intervenir des notions de mécanique : caractéristiques des matériaux (densité, résistance mécanique, dureté, rigidité, fragilité), l'identification des fonctions mécaniques simples, explication du fonctionnement des systèmes mécaniques simples (CM1-CM2).

Pour atteindre les objectifs visés et le profil de l'élève attendu, les instructions officielles préconisent, comme stratégies, de procéder par observation, exploitation, analyse, comparaison, invention et construction.

Au secondaire premier cycle, les programmes prévoient, en mécanique :

- En classe de 4e, l'étude des forces : notion de force, types de forces, manifestation d'une force, caractéristiques d'une force, mesure des forces, composition de deux forces (détermination graphique de la résultante), principe d'inertie et des interactions, poids d'un corps, distinction entre poids et masse.

- En classe de 3e : d'étudier les effets de la force : mouvement, travail d'une force, puissance; transmission d'une force, d'une puissance ; rendement d'une machine; les exemples de machines simples ; le transport d'objets lourds ; les différentes formes d'énergie; les sources d'énergie ; relations entre les différentes formes d'énergie ; importance de l'énergie.

Pour le deuxième cycle du secondaire, l'enseignement de la mécanique est prévue en 2de et en terminale :

- En classe de seconde, l'objectif général est de comprendre les effets des forces dans les systèmes mécaniques. Pour cela on étudie différentes forces : forces à distance, forces de contact, poids d'un corps, principe des actions mutuelles ; caractéristiques d'une force, mesures pratiques des forces, étalonnage d'un ressort, représentation vectorielle ; relation  $P = mg$  ;

---

i. CP = cours préparatoire ; CE = cours élémentaire ; CM = cours moyen

équilibre d'un corps solide soumis à des forces concourantes ou parallèles : forces concourantes, forces parallèles (de même sens, de sens contraires) ; résultante de deux ou plusieurs forces ; équilibre d'un solide posé sur un plan horizontal : équilibre stable, équilibre instable, équilibre indifférent ; équilibre d'un corps solide mobile autour d'un axe : moment de force, unités de moment, équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe ; étude des machines simples : poulies, leviers, treuil, balance, plan incliné ; travail d'une force constante ; puissance ; pressions créées par des solides ; pression dans les fluides en équilibre ; principe de l'hydrostatique ; application du principe.

□ En classe de Terminale, l'objectif général est d'analyser les systèmes mécaniques en mouvement. Pour ce faire on étudie l'énergie cinétique ; l'énergie potentielle ; l'énergie mécanique ; conservation (système isolé) et non conservation ; les oscillateurs mécaniques harmoniques ; le mouvement rectiligne sinusoïdal : pendule élastique ; le mouvement circulaire sinusoïdal : pendule de torsion ; les oscillateurs mécaniques non harmoniques, cas du pendule pesant, cas particulier du pendule simple.

## Les manuels usuels :

La bibliographie qui accompagne les nouveaux programmes est constituée, pour le collège, de manuels des collections GRIA (Armand Colin 1982-1986), Durandeu (EDICEF 1998), AREX (NEI/EDICEF 1998) ; pour le lycée, de manuels des collections Les Classiques africains (1995), Durandeu (EDICEF 1998) et DURUPHTY (Hachette éducation 1998). En fait, il n'existe pas de nouveaux manuels pour appliquer ces nouveaux programmes. Les responsables pédagogiques estiment qu'en attendant la parution desdits manuels, il est possible de continuer à utiliser les anciens. En réalité, en dehors du manuel de 6e de la collection GRIA, tous les autres manuels se basent sur des programmes peut-être « harmonisés », mais certainement pas contextualisés et ne correspondent pas à toutes les attentes des nouveaux programmes congolais. Leur utilisation par des enseignants sans formation préalable dans la mise en œuvre de ces programmes risque de ne pas permettre d'atteindre les objectifs visés et de faire douter de la qualité de ces programmes. Certes, par rapport à l'esprit de la contextualisation, le GRIA de la classe de 6e demeure d'actualité. Les exemples utilisés pour illustrer les notions enseignées sont pris dans la vie congolaise : images sur la vente d'huile d'arachide au marché pour l'appareil de mesure de volume d'un liquide, la vente de jus de gingembre et le godet métallique utilisé comme unité de volume, la vente d'huile de palme au marché et les flacons consacrés par l'usage comme unité de capacité, l'utilisation de la balance au marché pour peser des quantités des denrées alimentaires courantes (légumes, fruits).

## L'utilisation de certaines technologies traditionnelles dans l'enseignement des sciences physiques :

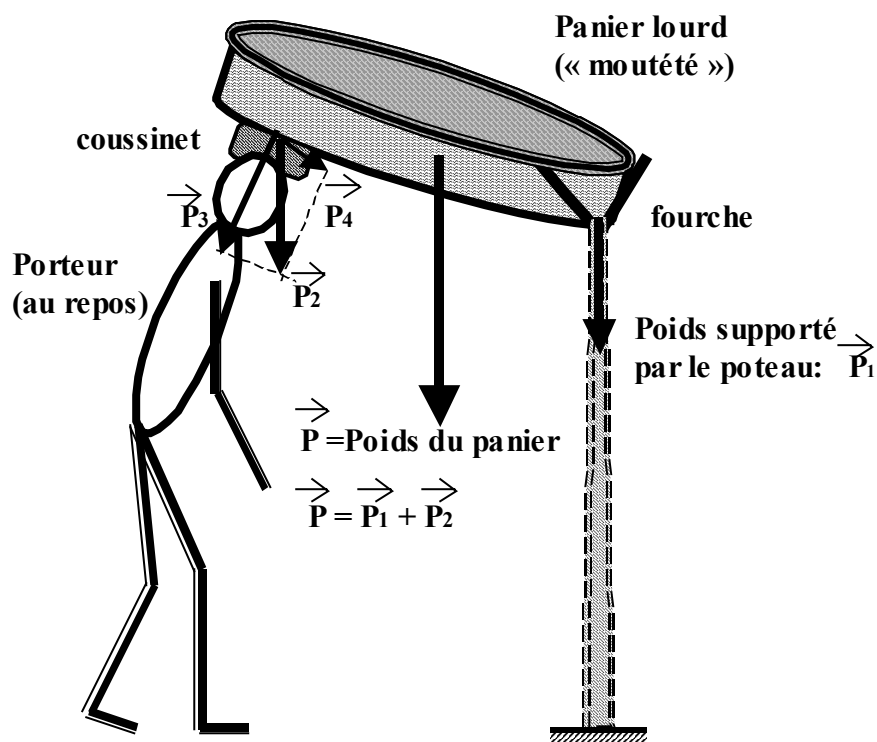
Dans cette étude, nous présentons des technologies traditionnelles assez courantes au Congo avec des variantes d'une région à l'autre. Il s'agit de celles qui sont associées à la manutention, au transport des charges et à la chasse. Nous avons retenu, pour la manutention, les cas du « mbé-ndé » et du partage d'une charge entre deux épaules d'un porteur; pour le transport de charge, le cas du « mpondji » ; pour la chasse, les cas de l'arc ou le « nsaadi » pour lancer les flèches, du lance-pierre, des pièges utilisant, pour les uns, l'énergie potentielle de pesanteur et pour les autres, l'énergie potentielle élastique. La présente étude se limitera à trois cas : « mbé-ndé », « nsaadi » et « nsaanza » pour l'enseignement des notions de force, poids, tension, énergie potentielle. Les autres seront présentés dans nos études ultérieures qui prévoient de déboucher sur des projets de fiches pédagogiques.

### □ Cas du « mbé-ndé »:

Traditionnellement, le paysan transporte les objets de quelques dizaines de kilogrammes sur sa tête ou sur son épaule. Pour amener la charge sur la tête ou sur l'épaule, il a souvent besoin de se faire aider par une tierce personne. Avant d'arriver à destination, il est presque toujours obligé de s'arrêter de temps en temps pour reposer le corps. Il n'est pas question de déposer la charge par terre lorsque l'aide n'est plus près du porteur. C'est alors que dans le cas de charges allongées, la technique du « mbé-ndé » s'impose (figure 1) .

Elle consiste à remplacer l'aide en posant une extrémité de son colis sur la fourche d'un arbre solide ; on peut alors soulever plus facilement l'autre extrémité à l'aide de ses bras, y placer sa tête ou son épaule, le corps légèrement penché en avant. La hauteur de la fourche est choisie de sorte que le colis soit incliné vers l'arbre. Le poids du colis est alors supporté à la fois par le porteur et par l'arbre, la part supportée par l'arbre étant la plus grande : le porteur, debout, peut ainsi passer quelques moments de répit. Pour repartir, puisqu'il n'a pas perdu beaucoup de hauteur, il lui suffira de se baisser et de placer sa tête ou son épaule en dessous du centre de masse du colis pour le soulever et continuer son chemin jusqu'au prochain « mbé-ndé ». L'analyse de la technique du « mbé-ndé » permet de comprendre le répit qu'elle procure. Elle montre la répartition du poids  $P$  du colis entre l'arbre et la tête ou l'épaule du porteur. En l'absence du « mbé-ndé », tout le poids  $P$  appliqué au centre de masse, est supporté par le porteur. Grâce au « mbé-ndé », le poids  $P$  se décompose en deux forces parallèles :  $P_1$  supporté par l'arbre et  $P_2$  supporté par la tête si le corps du porteur est vertical.

Fig. 1 : Le « mbé-ndé »

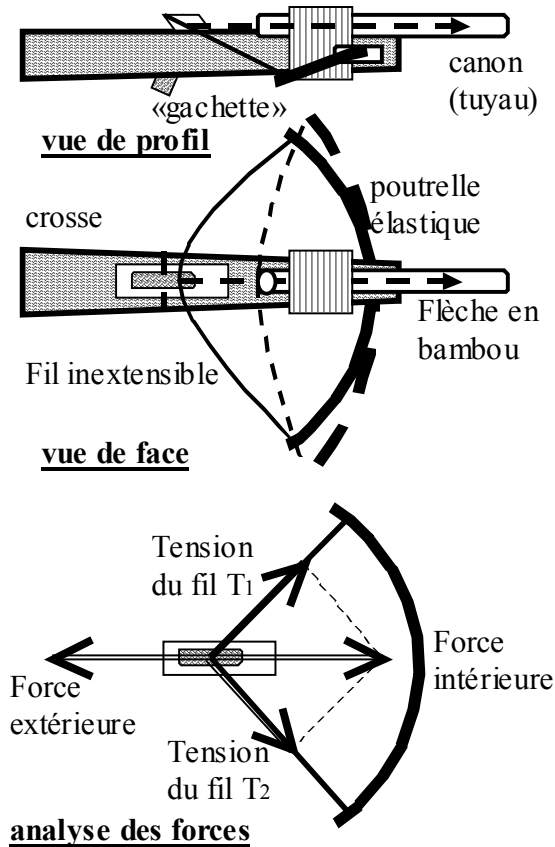


Le fait de maintenir le corps penché fait que  $P_2$  se décompose en deux forces concourantes :  $P_3$  le poids supporté par le porteur,  $P_4$  qui s'ajoute à la charge  $P_1$  supportée par l'arbre. Composante de  $P_2$ , le poids  $P_3$  est, dans cette situation, encore plus petit que  $P_2$ . Cette description montre que le poids du panier est une force : pour le vaincre, pour soulever ce panier et pour le maintenir sur l'épaule ou sur la tête, il faut lui opposer une force. Et lorsqu'on ne peut le soulever tout seul, puisque l'« union fait la force », on peut se mettre au moins à deux, c'est-à-dire apporter chacun une force qui s'ajoute à celle de l'autre pour vaincre ce poids ; c'est donc la composition des forces. Elle donne ensuite un exemple de décomposition du poids en des forces parallèles, de décomposition d'une force en forces concourantes. Enfin, elle montre l'intérêt de la position du centre de masse dans ce type de transport.

Comme on le voit, cette technique, très connue en milieu rural, dont tout auditeur rural reconnaît les avantages et l'utilité et que l'on peut aisément simuler dans une classe, s'inscrit bien dans les programmes rappelés plus haut et peut être utilisée pour l'enseignement de la notion de force, de poids, la comparaison des forces, les caractéristiques d'une force, l'étude des forces parallèles, des forces concourantes, de la composition des forces, de la décomposition des forces, le principe d'inertie, interactions, équilibre, des notions de travail, de puissance, d'énergie potentielle, de pesanteur.

□ Le « nsaadi » :

Fig. 2 : « Nsaadi » ou « fusil » lance-flèches



Le « nsaadi » ou « fusil » lance-flèches est une sorte d'arbalète utilisé pour la chasse aux grenouilles. Il est constitué principalement par une partie déformable : une poutrelle élastique de longueur  $L_0$  encastrée en son milieu que met en flexion un fil inextensible de longueur  $L < L_0$  attaché aux extrémités de la poutrelle. L'ensemble est monté sur un bâti en bambou muni d'un canon et d'une « gâchette » (fig.2).

Pour armer le fusil, le chasseur tire sur le fil par le milieu, l'accroche à un crochet solidaire de la « gâchette », et pose la base de la flèche contre le fil tendu, l'extrémité de la flèche étant à l'intérieur du canon. La libération du fil par la « gâchette » propulse la flèche.

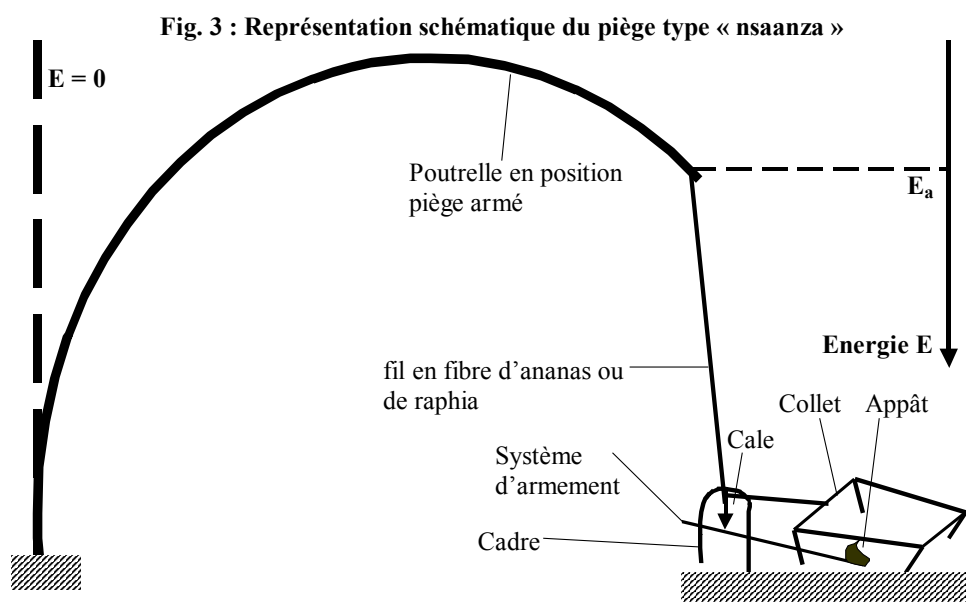
L'analyse du fonctionnement de ce dispositif permet de distinguer une force extérieure  $F_{ext1}$  exercée par le chasseur pour armer le fusil et que continue d'exercer le crochet – une fois  $F_{ext1}$  supprimée – pour le maintenir armé, une force intérieure  $F_{int}$  de rappel, résultante des tensions exercées par chaque brin de fil tendu, et qui propulse la flèche dès que  $F_{ext2}$  du crochet est supprimée. On retrouve ainsi un cas familier de mouvement – parabolique – de projectile avec vitesse initiale  $v_0$  communiquée par  $F_{int}$ , ou par l'énergie potentielle élastique  $E_{pél}$  communiquée par flexion statique au système déformable constitué par la poutrelle, le fil et la flèche. Ce système très connu en milieu rural, convient pour l'enseignement des notions de système déformable, tension, force extérieure, force intérieure, composition de forces concourantes, décomposition d'une force en deux forces concourantes, interactions, milieu élastique, énergie potentielle de pesanteur, énergie potentielle élastique, vitesse initiale, transformation de l'énergie potentielle en énergie cinétique, conservation de l'énergie mécanique totale. Il peut également être utilisé, au niveau universitaire, pour



calculer l'énergie potentielle élastique communiquée par flexion statique à la poutrelle élastique encastree en son milieu, par l'utilisation de la méthode des éléments finis, avec la nécessité d'introduire des hypothèses appropriées et le corollaire de la détermination expérimentale préalable du module d'Young de la poutrelle utilisée. Pour une position donnée de l'arme, la connaissance de cette énergie permet de calculer celle du projectile au moment où elle atteint une cible placée à une distance donnée. Ce dispositif couvre donc les niveaux secondaire et supérieur de l'enseignement.

### □ Le « nsaanza » :

Le piège ainsi appelé est représenté par la figure 3. Il sert surtout à la capture des oiseaux. Il est constitué par une poutrelle tronconique en bois frais, longue d'au moins 2 m, plantée verticalement dans la terre ferme, maintenue en position de flexion par l'intermédiaire d'un fil en fibre d'ananas ou de raphia ou de sisal tressée, tendu entre l'extrémité libre de la



poutrelle et un cadre solidement planté au sol. Une cale – vulgairement appelée « dent » – attachée au fil à une distance convenable permet, d'une part, d'armer le piège par l'intermédiaire d'un dispositif d'armement et d'autre part, d'aménager dans la partie inférieure du fil un nœud coulant – le collet – qui repose sur des pieux plantés au sol aux sommets d'un rectangle, d'un trapèze ou d'un triangle. Le dispositif d'armement est constitué par une barre d'armement rigide qui, en position armée, bloque la dent et porte à une extrémité un appât. Le collet se place, exactement au-dessus de l'appât de telle sorte que l'oiseau ne peut l'atteindre qu'en introduisant sa tête dans le collet. Le contact avec l'appât libère la barre d'armement; la poutrelle initialement fléchie se relaxe et tire sur le collet qui se resserre sur le cou de l'oiseau. Après déclenchement, la poutrelle reprend la position verticale ou fléchie suivant le poids de la proie capturée qui se retrouve ainsi pendue.

Il s'agit ici d'un autre cas de système déformable qui se prête bien à l'étude des notions de force extérieure, force intérieure, force élastique, d'énergie potentielle élastique stockée par flexion statique de la poutrelle encastree-libre et les conditions de la mise en évidence de cette énergie. Nos travaux antérieurs (Mbemba, 2002) montrent que, au niveau universitaire, cette énergie peut être calculée en utilisant la méthode des éléments finis. Les valeurs calculées de l'énergie potentielle élastique emmagasinée dans les poutrelles tronconiques, en bois, encastree-libre, sous flexion statique, de module d'Young 5.109 Pa, avec des hypothèses appropriées et en introduisant un facteur de forme géométrique  $\alpha$  variant en fonction du diamètre, de la longueur, de la déformation et de la forme de ces poutrelles. Celle calculée dans les conditions habituelles d'utilisation du « nsaanza », à savoir : diamètre  $d_0 \leq 3$  cm , longueur  $L_0 > 2$  m, déformation angulaire maximale  $\alpha/2 \leq \alpha_{\max} \leq 2.\alpha/3$ , facteur de forme géométrique  $\alpha \leq 0,5$ , varierait entre 0,06 et 2,6 kJ.

## Conclusion :

Nous avons voulu montrer que la préoccupation de contextualisation de l'enseignement des sciences physiques notée ces dernières années dans les pays d'Afrique francophone et de l'Océan indien en général, et au Congo en particulier, peut s'enrichir de la mise à contribution des potentialités que présentent les technologies traditionnelles encore en usage pour des savoirs prenant ancrage dans le contexte socioculturel des apprenants afin de faciliter leur compréhension de l'évolution dudit contexte et, de ce fait, susciter en eux plus d'intérêt pour la discipline. Pour le Congo, trois cas ont été retenus pour le montrer en tenant compte des programmes en vigueur. Ces cas se prêtent convenablement à l'enseignement de plusieurs contenus notionnels prévus au programme de mécanique aux différents niveaux du système éducatif.

## Bibliographie

- Beaudlet N., Diener L., 2000, *Évaluation du projet ARCHES, Rapport final*, CASSIOPEE Formation Développement
- Giordan A., 2002 : Après Piaget, que peut-on dire sur le changement conceptuel ? dans *Changement conceptuel et Apprentissage des sciences*, Recherches et pratiques, collectif sous la direction de Rodolphe M.J. Toussaint, Les Éditions LOGIQUES, QUEBECOR MEDIA(2002).
- INRAP, 2002, *Programmes de l'enseignement primaire* , INRAP éditions
- MBEMBA G. , 2002 : Stockage de l'énergie dans les technologies traditionnelles congolaises :exemple des pièges. Communication au Colloque international de Salvador de Bahia (Brésil) sur « Savoirs et Pratiques. Construction des savoirs, construction des pratiques »
- NGUIA J.,YOUHOVOULOU NGABE D., NZINGOULA C.,CHIROUZE P.J., BERENGER M., 1986, *Sciences physiques et technologiques F7*, Armand Colin éditeur – Paris, INRAP – Brazzaville