Université Paris Ouest-Nanterre Année Universitaire 2016-2017

TD 5 : Berenice Abbott – Documenting Science

NOTE :
Ce TD va plus ressembler à des travaux pratiques ou à un cours d'Histoire de l'art (c'est au choix). Les images sont issues du livre de Berenice Abbott – Documenting Science édité en 2011 par le MIT à Boston aux USA. Berenice Abbott est une photographe américaine du début de XXeme siècle qui a commencé sa carrière aux cotés des surréalistes (Man Ray, Cocteau, Gide). Fortement inspirée par Eugene Atget et Alfred Stieglitz, elle participe au courant de la photographie pictorialiste. Elle s'intéressa par la suite à la photographie scientifique et les photos qu'elle prend durant un séjour au MIT illustrent désormais un grand nombre de livre d'enseignement scientifique.

Figure 1 – Berenice Abbott dans son laboratoire au MIT en 1951.

1 Une question de référentiel

1. <u>La roue de vélo</u>
   La figure 2 présente la trajectoire de 2 points lumineux accrochés à une roue de vélo. Un appareil photo enregistre la lumière venant de ces deux points durant un temps de pose long (plusieurs secondes).
   - Dans quel référentiel se trouve l'appareil photo ?
   - Décrire les mouvements des deux points dans ce référentiel.
   - Quel est le mouvement de ces deux points dans le référentiel lié au centre de la roue se deplaçant parallèlement au sol ?
   - Et dans celui qui est attaché à l'extérieur de la roue et se déplace tangentiellement à la roue (comme si l'observateur était assis sur la roue).

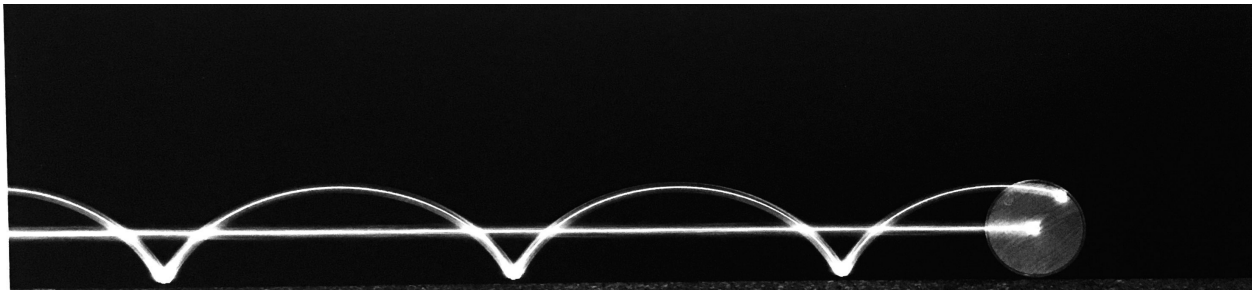

FIGURE 2 – La roue de vélo photographiée avec un temps d exposition de plusieurs secondes.

2. Le train à vapeur

Un train se déplace à vitesse constante en ligne droite. Au temps $t = 0$s, une bille est éjectée verticalement du train. La position du train et de la bille sont enregistrées à intervalles réguliers comme le montre la figure 3.

- Quelle est la durée de l'expérience ?
- Quelle est la trajectoire de la bille dans le référentiel de l'appareil photo ? Et dans celui du train ? Expliquez à l'aide d'un bilan de force.
- Si on observe avec précision, on peut déceler un décalage entre la position du train et celle de la bille à la fin de la trajectoire. Comment expliquer cet effet ?

FIGURE 3 – Le train est photographié une première fois à son emplacement initial puis toutes les 1/30 s.

2 Chute libre

1. Principe d'inértie
   La figure 4 se compose de deux photographies. Nous nous intéressons dans cet exercice à la photographie de gauche. Il s'agit de deux billes de tailles et masses différentes lachées verticalement dans un tube sous vide et éclairées à intervalles réguliers toutes les Δt=1/30 de secondes.
   - Faire un bilan de force sur la bille après avoir été lachée.
   - Quel est la trajectoire de la bille dans le referentiel de l'appareil photo ?
   - Quelle bille tombe le plus vite ? Expliquez ce phénomène à l'aide du principe d'inértie.
   - Pourquoi les billes sont placées dans un tube sous vide ?
2. Mesure expérimentale de g
   L'échelle sur l'image sur la figure 4 gauche est le centimètre.
   - Faites un graphique de la position de la bille en fonction du temps.
   - Calculez la vitesse à chaque instant et faites un graphique de la vitesse de la bille en fonction du temps.
   - A l'aide du bilan de force donnez l'accéleration de la bille en fonction de g.
   - Que vaut façon générale l'accéleration en fonction de la vitesse et de l'intervalle de temps entre deux images Δt ?
   - En déduire expériementalement la valeur de g.
3. Vitesse initiale - Vitesse finale
   Nous nous intéressons maintanant à la photographie de droite de la figure 4. Il s'agit de deux billes de tailles et masses identiques lachées l'une verticalement (notée bille 1), l'autre avec une vitesse initiale horizontale v_0 (notée bille 2). Elles sont éclairées à intervalles réguliers toutes les Δt=1/30 de secondes. L'ecart entre les traits horizontaux est 15 cm.
   - Combien de temps dure l'expérience ?
   - Quelle est la vitesse initiale de la bille 1 ? Quelle est sa trajectoire dans le référentiel de l'appareil photo ?
   - Quelle est la trajectoire de la bille 2 dans le référentiel de l'appareil photo ? Et dans celui de la bille 1 ?
   - Quelle hauteur ont descendue les deux billes après 0.4s ? Est ce la meme valeur pour les deux billes ? A l'aide du principe d'inertie expliquez pourquoi est-ce normal ?
   - Mesurez la vitesse de la bille 1 après 0.4s ? Vérifiez cette mesure à l'aide des resultats de l'exercice précédent.
   - Quelle est la distance parcourue approximative par la bille 1 après 0.5s ? Et par la bille 2 ?
   - Donnez le protocole expérimental pour trouver la vitesse initiale v_0 de la bille 2 et faites cette mesure.

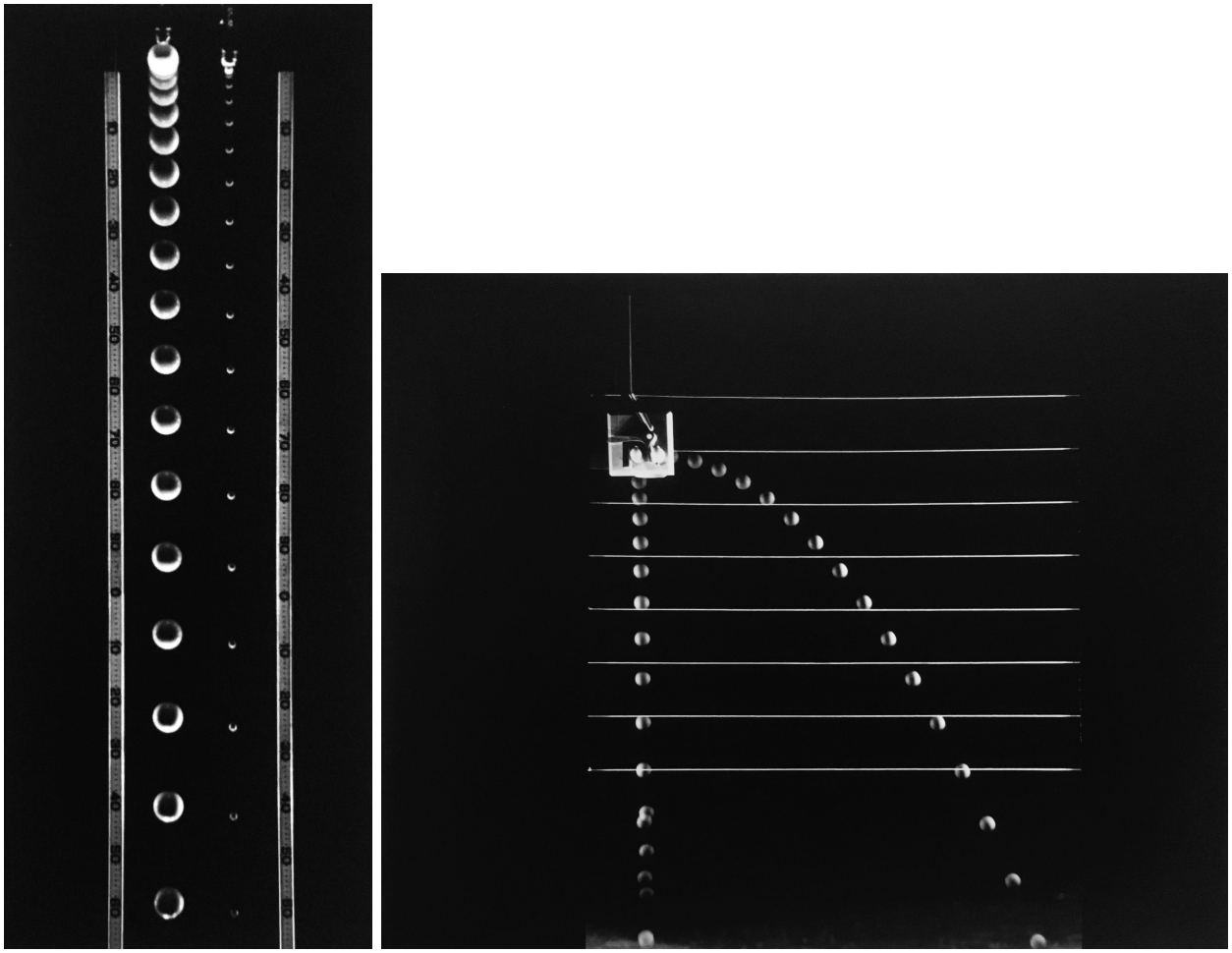

FIGURE 4 – Cette figure se compose de deux photographies. La photographie de gauche présente deux billes de tailles et masses différentes lachées verticalement dans un tube sous vide et éclairées à intervalles réguliers toutes les Δt=1/30 de secondes. La photographie de droite présente deux billes de tailles et masses identiques lachées l'une verticalement (notée bille 1), l'autre avec une vitesse initiale horizontale v_0 (notée bille 2). Elles sont éclairées à intervalles réguliers toutes les Δt=1/30 de secondes.

3 Pendule oscillant

1. Trajectoire de la bille
   La figure 5 présente de images à intervalles réguliers toutes les Δt=1/30 de secondes d'une bille de masse $m = 100$ g au bout d'un fil de longueur $L = 30$ pouces (et oui B. Abbott était américaine et elle comptait donc en pouce, pied et yard !). Pour rappel un pouce vaut 1 cm vaut 0.394 pouce.
   - Quel est la longueur du fil en cm ? (on ne va pas utiliser les pouces quand même !). Comment s'apelle le système d'unité qui comprend le centimètre ?
   - Quel est la trajectoire de la bille dans le referentiel de l'appareil photo ?
   - Faire un bilan de force à l'instant initial (noté 1) puis aux instant 2,3 et 4.
   - Comment sont orientées ces forces par rapport à la trajectoire ? Quel impact ont elles sur le mouvement ?
2. Découvert de la formule donnant la période d'oscillation
   On va chercher à retrouver la formule qui donne la période d'oscillation T d'un pendule de masse m et de longueur L.
   - Quelle est la dimension de T ?
   - Quelles sont les grandeurs qui peuvent influer sur T et quelles sont leurs dimensions ?
   - Quelle est la seule façon de combiner ces grandeurs pour fabriquer une grandeur homogène à une période ?
   - On notera a, une constante de proportionalité sans dimension par laquelle on peut multiplier cette relation sans changer l'homogénéité. On va cherhcer à mesurer a expériementalement a. Combien de temps dure l'expérience ?
   - En déduire lla période T.
   - En déduire la valeur de a, ainsi que la relation générale donnant la période d'oscillation.
3. Bilan d'énergie
   Dans ce système on peut définir deux types d'énergie : l'énergie cinétique E_c et l'énergie potentielle E_p. L'énergie cinétique correspond à l'énergie liée à la vitesse v de la particule et à sa masse m. Elle se calcule par :
   $$E_c = \frac{1}{2}mv^2.$$
   L'énergie potentielle est l'énergie fournie par la gravité. Plus on est haut et lourd plus on a d'énergie potentielle. Pour une hauteur h cette energie est donnée par :
   $$E_p = mgh.$$
   - Mesurez et calculez l'énergie cinétique pour les positions 1,2,3 et 4.
   - En prenant comme référence pour la hauteur la position 3 de la bille, mesurez l'énergie cinétique pour les positions 1,2,3 et 4.
   - Que vaut l'énergie totale pour ces trois positions ?
   - Que se passe-t-il en présence de frottements ?

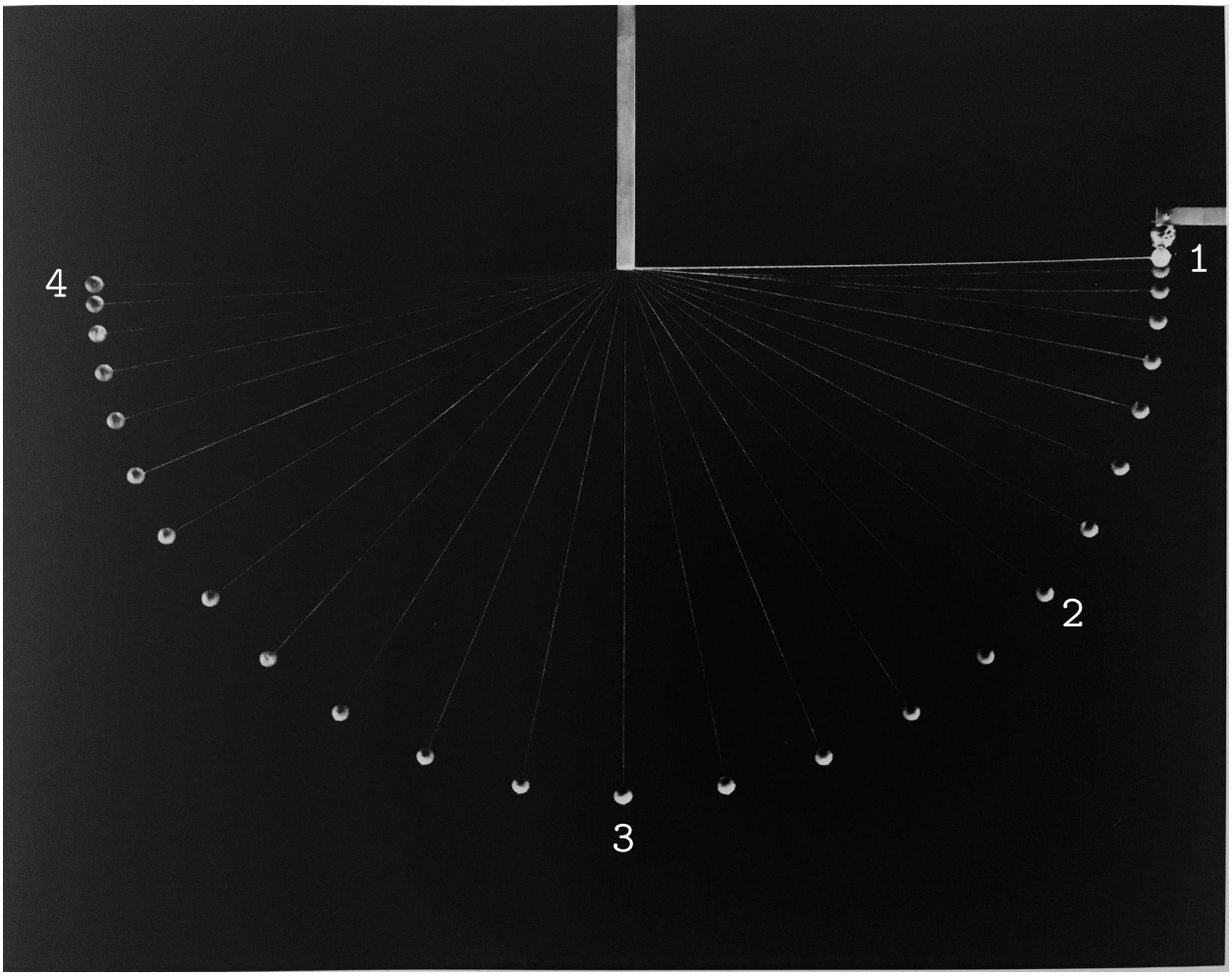

FIGURE 5 – Images à intervalles réguliers toutes les Δt=1/30 de secondes d'une bille de masse $m = 100$ g au bout d'un fil de longueur $L = 30$ pouces.

4 Optique

1. Loi de la réflexion
   La figure 6 présente 4 images s'interessant aux phénomènes de reflexion et de réfraction.
   - Quel phénomène observe-t-on sur les figures a) et b) ?
   - Sur la figure b) indiqué la normale au niveau du point d'incidence, ainsi que l'angle d'incidence et l'angle de reflexion.
   - Quelle loi relie ces angles ?
   - Est-ce que la vitesse de la lumière est modifiée entre le faisceau incident et le faisceau refléchi ?
   - Placer l'angle d'incidence et l'angle de reflexion sur la figure d) qui représente une balle de golf.
   - Est-ce la meme loi qui régit ce phénomène pour la balle de golf et pour la lumière.
   - A l'aide de la figure d), est-ce que la vitesse de la balle de golf est modifiée lorsqu'elle rebondit ? Commentez.
2. Prisme
   On s'interesse maintenant à la figure 6c)
   - Choisir un rayon et expliquez ce qui se passe à chaque dioptre.
   - Mesurer l'indice du prisme.
   - Mesurez et calculez l'énergie cinétique pour les positions 1,2,3 et 4.
   - En prenant comme référence pour la hauteur la position 3 de la bille, mesurez l'énergie cinétique pour les positions 1,2,3 et 4.
   - Que vaut l'énergie totale pour ces trois positions ?
   - Que se passe-t-il en présence de frottements ?

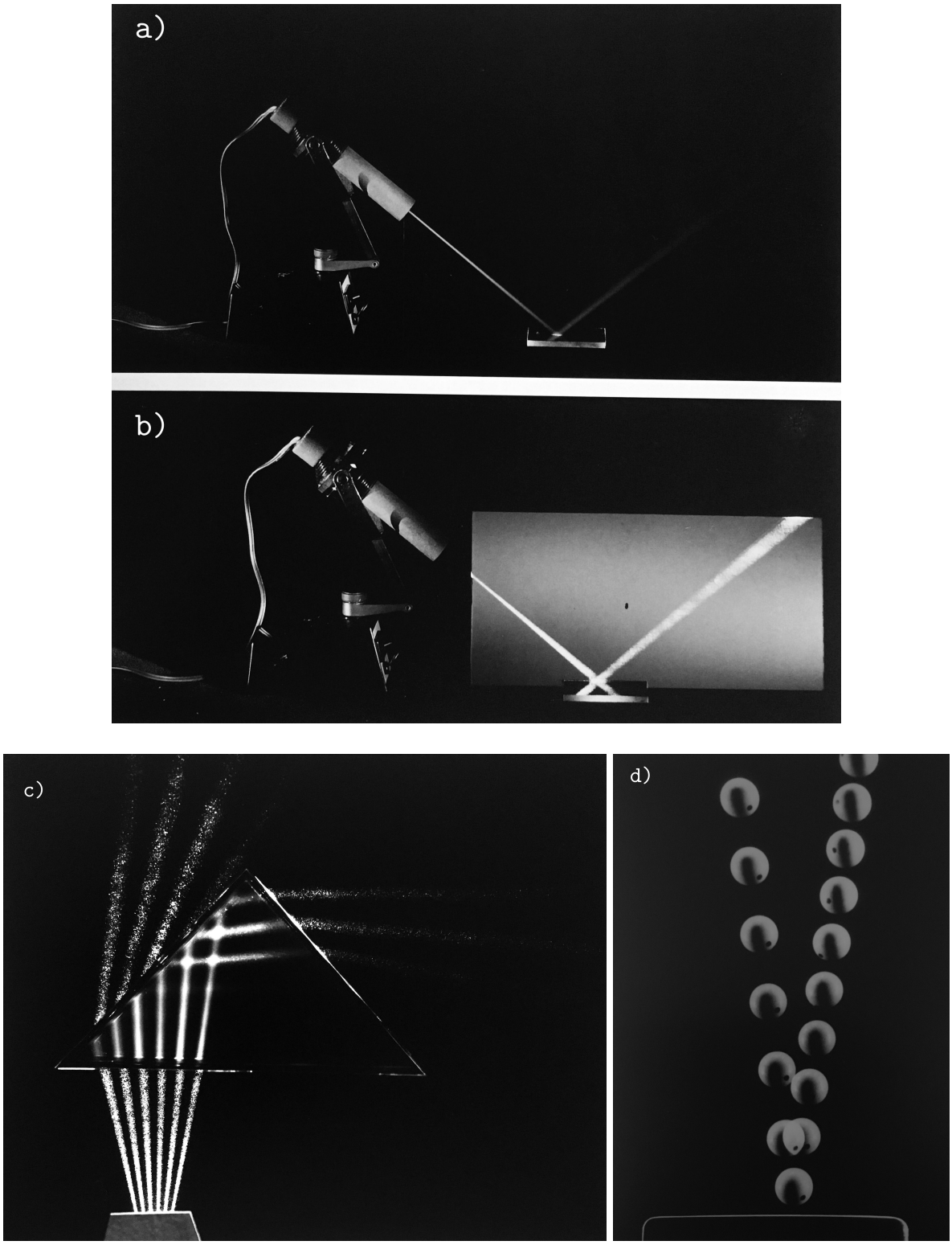

FIGURE 6 – Optique et balle de golf...