

# Cosmologie et relativité générale

Activités pour les élèves du Secondaire II

---

Alice Gasparini, Andreas Müller

- Série 1 : Grandeurs
  - Série 2 : Expansion
  - Série 3 : Principe d'équivalence
  - Série 4 : Courbure
  - Série 5 : Lentilles gravitationnelles
  - Série 6 : Trous noirs
  - Série 7 : Equations cosmologiques
  - Série 8 : Chronologie du Big Bang
  - Série 9 : Ondes gravitationnelles
- 
- Activité expérimentale 1 : L'effet Doppler cosmologique
  - Activité expérimentale 2 : La courbure du cône



**SwissMAP**

The Mathematics of Physics  
National Centre of Competence in Research



**UNIVERSITÉ  
DE GENÈVE**

Didactique de la physique

*©Terms of use*

You are free to copy and redistribute the present material, as well as to adapt it and or build upon it in any medium or format under the following terms:

- You must give appropriate credit, provide a link to the original, and indicate if changes were made.
- You may not use the material for commercial purposes.
- If you adapt the material or build on, you must distribute your contribution under the same condition as this original

Suggested citation:

A. Gasparini (UniGE, SwissMAP) et A. Müller (UniGE, Didactique de la Physique)

***Cosmologie et relativité générale : Activités pour les élèves du Secondaire II,***

***Activité 2 : La courbure du cône***

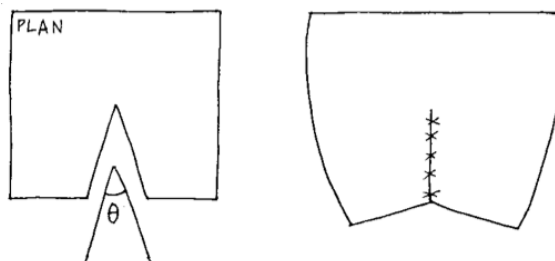
(NCCR SwissMAP/Education, Genève 2016) ; <http://www.nccr-swissmap.ch/education>

## La courbure du cône

Un cône est un solide avec courbure de Gauss nulle partout, sauf au sommet.

a) À partir d'une feuille plate, où on a préalablement tracé un quadrillage de géodésiques (de lignes droites), construire un cône de la manière suivante:

1. Dessiner un angle arbitraire  $\theta$  dans le milieu de la feuille et le mesurer, (en degrés et convertir en radians).
2. Découper cet angle à l'aide de ciseaux.
3. Coller les deux bords de la feuille ainsi découpés (sans les superposer).



Crédit : [http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/Francais/trou\\_noir.htm](http://www.savoir-sans-frontieres.com/JPP/telechargeables/Francais/trou_noir.htm)



b) Que peut-on dire des géodésiques parallèles sur le cône? Est-ce qu'elles convergent, divergent, ou restent parallèles? *On rappelle que les géodésiques doivent garder le même angle d'intersection avec le quadrillage de départ. Ce sont les droites du plan.*

c) En suivant les géodésiques à la surface du cône ainsi obtenu, dessiner un triangle de sorte que le sommet du cône soit à son intérieur.

d) Par la méthode du **transport parallèle**, mesurer la courbure totale  $K$  de la surface du triangle dessiné. A votre avis, existe-t-il une relation entre  $K$  et  $\theta$ ?

e) Mesurer les angles internes du triangle dessiné (les appeler  $\alpha$ ,  $\beta$  et  $\gamma$ ) et calculer leur somme. Quelle est la relation entre  $\alpha + \beta + \gamma$  et l'angle  $\theta$  ôté au point a)? Effectuer la démonstration géométrique de cette relation.

f) En utilisant les résultats trouvés aux points d) et e), donner la formule reliant la somme des angles internes d'un triangle à sa courbure totale, puis la comparer avec celle donnée dans le cours (Chapitre 4).

g) Comment changent les réponses aux points b), c), d), e) et f) si au point a) on rajoute un angle  $\theta$  plutôt que l'enlever?

h) Expliquer pourquoi la courbure de Gauss du sommet d'un cône est infinie.

