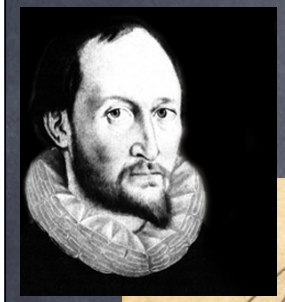
# Enfants de la Lune
# Hijos de la Luna

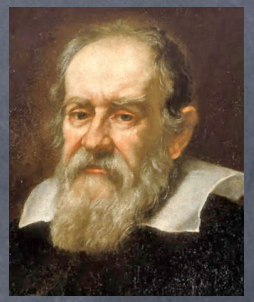
Emmanuel Di Folco (emmanuel.difolco@cea.fr)
Pierre Léna, Pernelle Bernardi, Pierre Gigan (OBSPM)

02 décembre 2009

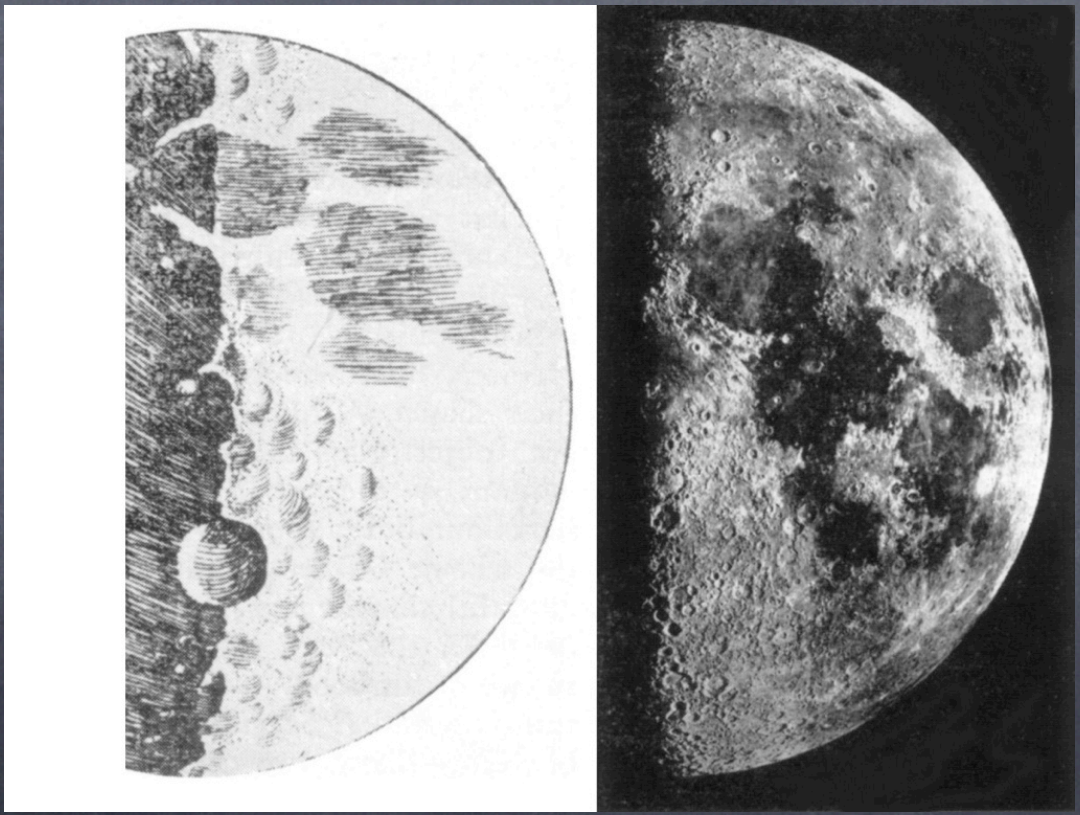
# 1609: la Lune à la lunette

- Thomas Harriot
- Galileo Galilei





# Les derniers jours de la pensée aristotélicienne



Des montagnes plus hautes que sur Terre

# XO pour l'astronomie

- Lunette montée sur port USB devant la caméra vidéo

- objectif de jumelles

# Caractéristiques techniques

- Caméra
  - 640x480 pixels
  - 30 images/s
  - gain automatique
  - Ø Lune = 6 pixels
- Avec la lunette actuelle
  - grossissement x10
  - Ø Lune = 60 pixels

# Cahier des charges

- Résolution spatiale :
  Plus grands cratères
  Ø=90km sur 9 pixels
  => grossissement x17
- Objectif peu chromatique, compact et afocal
- solutions du commerce :
  x10, x16 (jumelles)
- montage OBSPM : x20
- Coût ? 30-100euros/unité

# Premiers tests

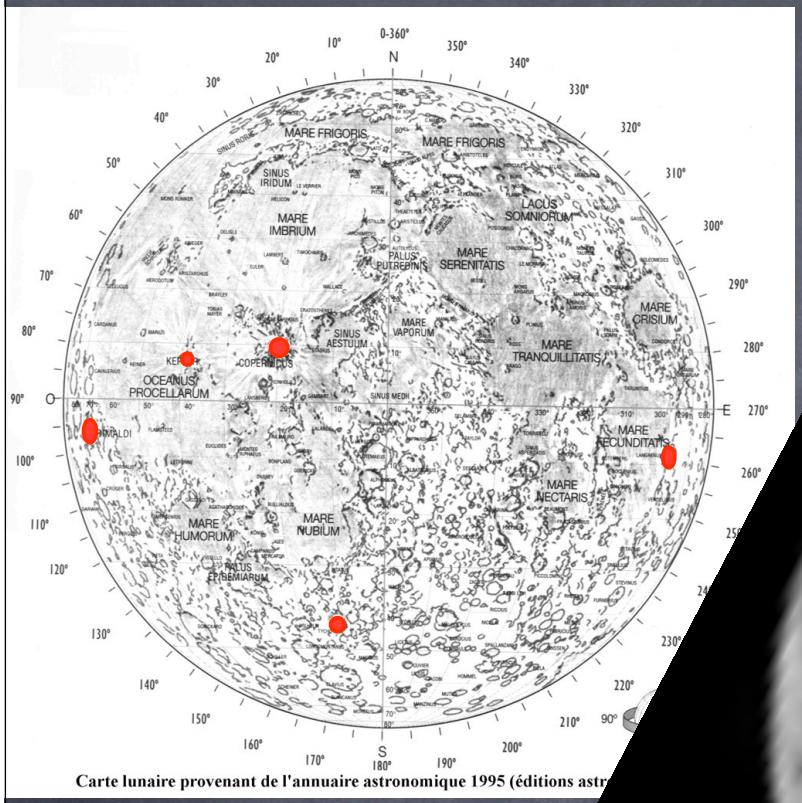
- Montage robuste et stable mais...
- Saturation
- Compression JPEG
- Ø Lune = 65 pixels

# Premiers tests

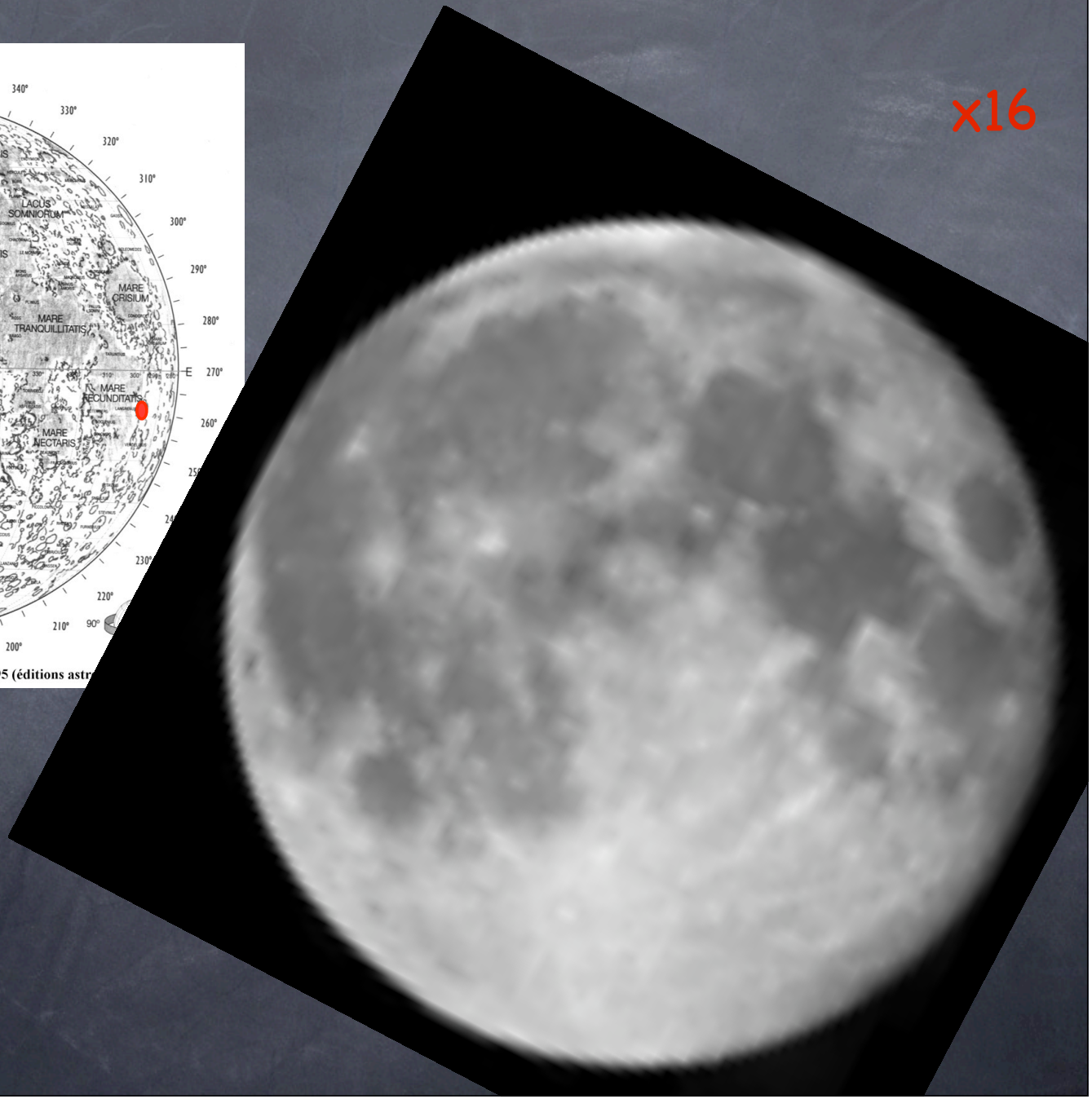
Solutions ?

- Filtre densité neutre
- Réglage manuel du gain
- Accès aux images brutes
- Augmenter le grossissement

# Simulations




Carte lunaire provenant de l'annuaire astronomique 1995 (éditions astr



grossissement x16

# Projet pédagogique

- 1-Ma 1ère image de la Lune
- 2-Qu'est-ce qu'une image ?
- 3-Les phases de la Lune
- 4-Simulons les phases
- 5-Ombres et relief lunaire
- 6-La lumière cendrée
- 7-Taille et orbite de la Lune
- 8-La distance Terre-Lune

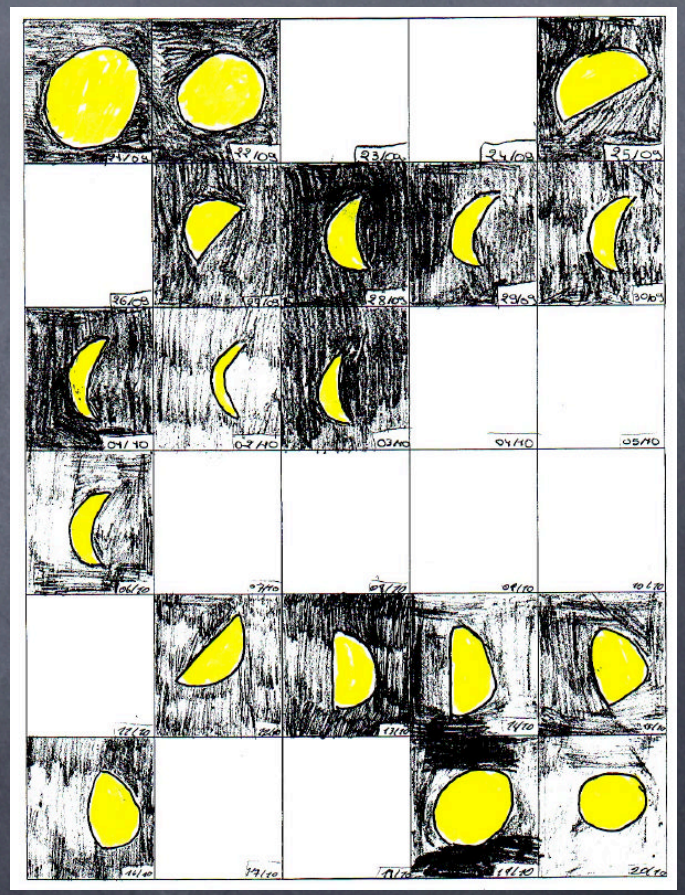
# 1- Réaliser mon image de la Lune

- **Stratégie** : «la Lune est-elle visible ?»
- **Prédiction** : dessine la Lune telle que tu penses l'observer ce soir
- **Entraînement** : prise en main de l'outil et simulation avec une boule suspendue (pointage, réglage du gain, netteté,...)
- Seul, chaque élève réalise son cliché de Lune
- **Mise en commun** : protocoles, observations, difficultés

# 1- Réaliser mon image de la Lune

- **Echanges** : «les images sont-elles identiques ?»
- **Comparaison** et **sélection** :
  - échange de fichiers entre élèves via communication inter-XO
  - tri : netteté, orientation, exposition, cadrage, bougé,...
- **Analyse** :
  - taille des images ?
  - paramètres de prise de vue ? (heure, lieu, réglages, météo...)
  - mise en route d'un «cahier d'expérience électronique»
  - que voit-on sur l'image ? (zones claires et sombres de formes variées)
- **Prolongement** : peut-on aggrandir l'image ?

**Observations du 21/10 au 20/11/2002**

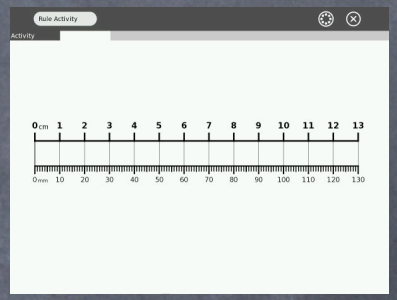


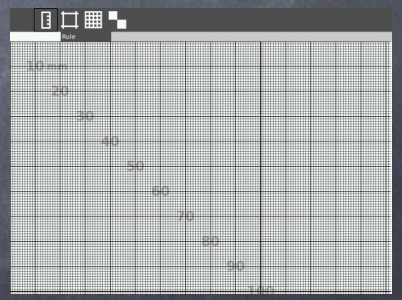
# 2- Travail sur l'image

- Découverte des pixels
- Mesurer la taille de la Lune en pixels
- Dessiner des objets familiers «pixélisés» (grille)
- Comparer avec une photo de ces mêmes objets
- Comment se transforment les contours ?
- Finesse des images

# 2-Travail sur l'image

- Outils de manipulation d'image (Sugar > Paint, Ruler) :
  - Gabaris circulaires de taille variable
  - Réglette
  - Manipulation : taille et rotation
- Quels repères pour comparer les images ?
- Niveaux de gris (codage) :
  nuances de brillance, saturation



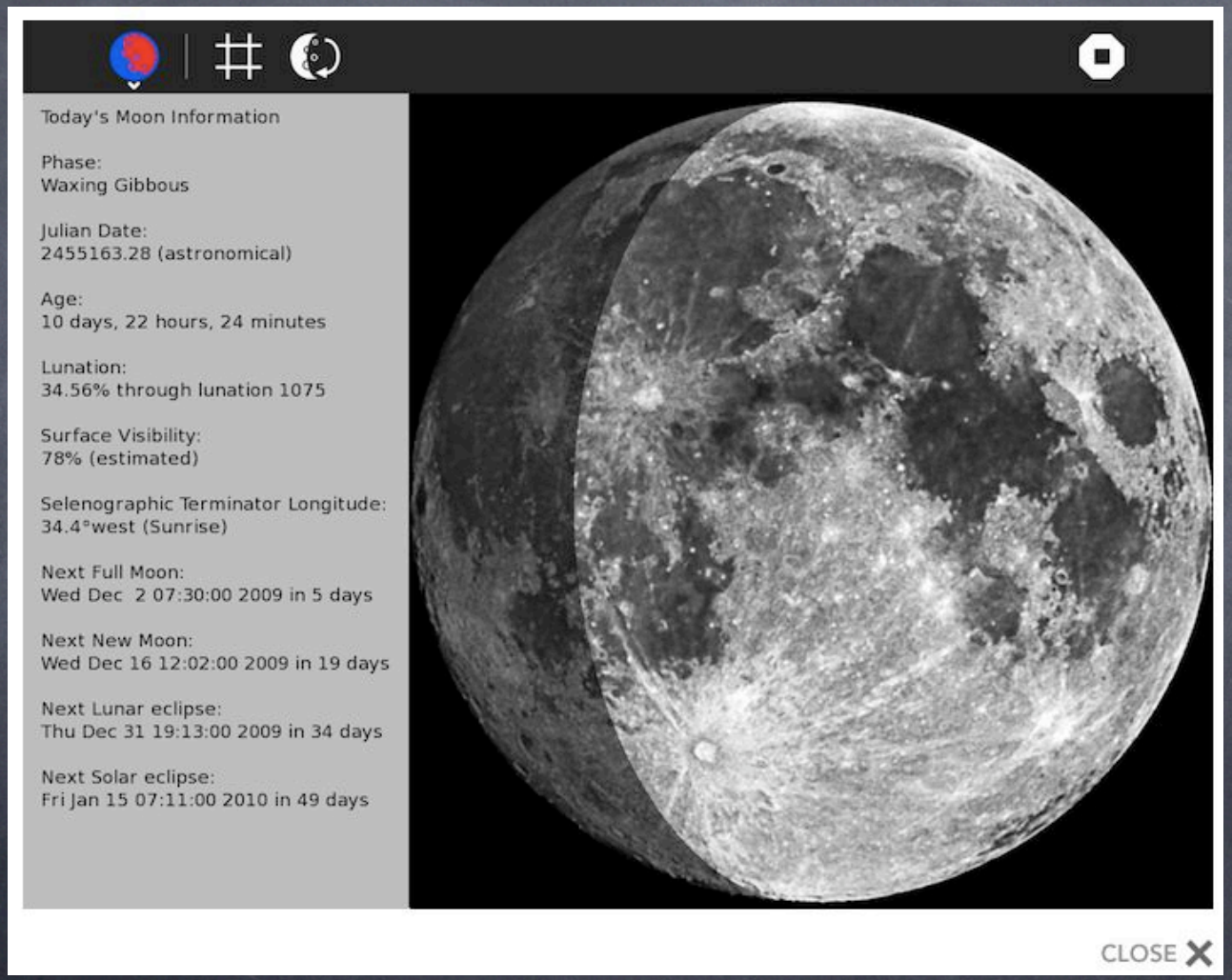



# 3- Les phases de la Lune : observations

- Questionnaire de départ sur la nature, la durée et l'origine des phases de la Lune, les mouvements du trio Soleil-Terre-Lune
- Collecte de clichés au cours de plusieurs semaines
- Nouveau travail comparatif sur les images au fil des phases, découverte du terminateur et de son avancée
- Cahier d'expérience électronique : lien entre les phases et l'observabilité de la Lune dans le ciel

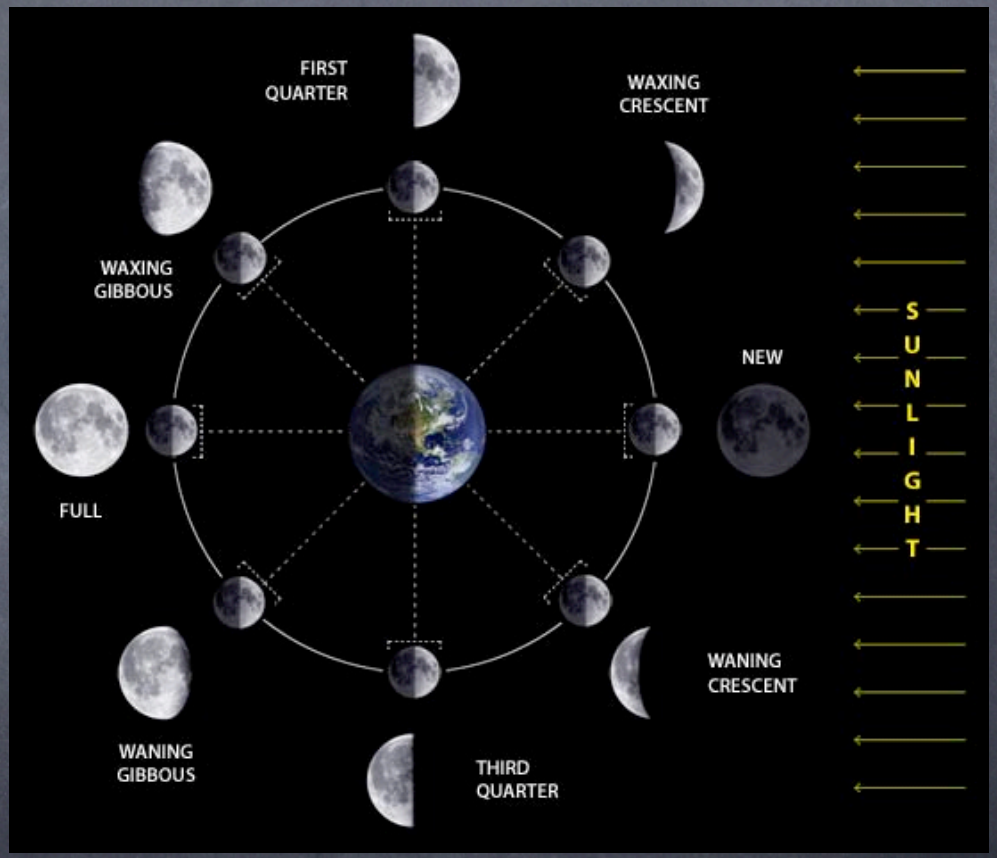
Lien Sugar / Activity > Moon

# Sugar / Moon


Today's Moon Information
Phase:
Waxing Gibbous
Julian Date:
2455163.28 (astronomical)
Age:
10 days, 22 hours, 24 minutes
Lunation:
34.56% through lunation 1075
Surface Visibility:
78% (estimated)
Selenographic Terminator Longitude:
34.4°west (Sunrise)
Next Full Moon:
Wed Dec 2 07:30:00 2009 in 5 days
Next New Moon:
Wed Dec 16 12:02:00 2009 in 19 days
Next Lunar eclipse:
Thu Dec 31 19:13:00 2009 in 34 days
Next Solar eclipse:
Fri Jan 15 07:11:00 2010 in 49 days
CLOSE

# Simulation des phases

- Séquence classique
- Difficulté :
  s'extraire du referentiel terrestre
- Pré-requis:
  - mouvements Soleil-Terre-Lune
  - le Soleil est l'unique source de lumière
- Tester les hypothèses formulées par les élèves sur l'origine des phases (ex: ombre de la Terre, quelle forme ?)
- Simulation avec une lampe et des boules (polystyrène)
- Mise en situation des élèves



# 4- Ombres et relief

- La surface se révèle par les nuances de brillance : apprendre à reconnaître et nommer les grandes formations
- Mesurer leur taille apparente et les classer
- Séparation jour - nuit = terminateur.
- Sélection des phases où le relief est le plus apparent
- Le relief apparaît plus nettement près du terminateur. Pourquoi ?
- Simulation de montagnes et cratères en pâte à modeler collée sur une boule. Prise de clichés sous différents éclairages.
- L'ombre révèle aussi le relief: l'illumination des cratères (bord brillant, fond sombre). Les images permettent-elles de voir ces effets ?

# 4- Ombres et relief

- Le pouvoir réfléchissant
  - Pourquoi certaines régions éclairées sont-elles plus ou moins brillantes ?
  - La surface lunaire réfléchit la lumière du Soleil, mais pas toujours avec la même efficacité
  - Expérimenter : éclairer avec une même lampe 10cm$^2$ de papier, carton, bois, terre, sable, eau, fer, etc et mesurer la quantité de lumière réfléchie sur des images
  - Classer les matériaux selon leur capacité à réfléchir les rayons lumineux
  - Tester l'influence de l'inclinaison des rayons lumineux sur la surface
- Conclure que les nuances de brillances trahissent des variations de la nature du sol lunaire

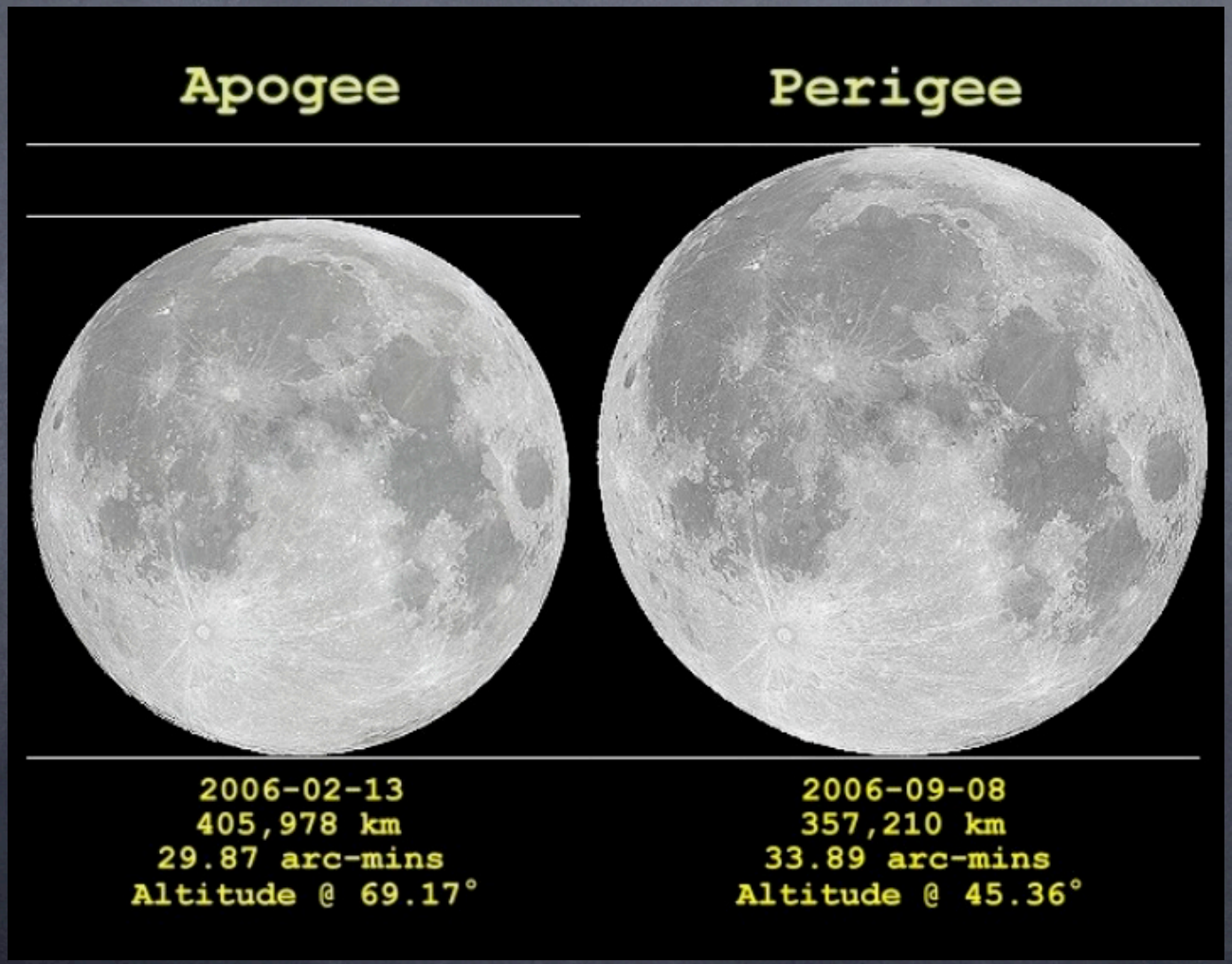
# 5- La lumière cendrée

- Observation à l'oeil nu, puis sur les clichés : on voit la totalité du disque, même la partie qui semble dans l'ombre... les images permettent-elles d'enregistrer ce phénomène ? (saturer la partie éclairée pour révéler la faible lueur de la zone ombrée)
- Débat : à quelles phases apparaît-elle ? disparaît-elle ?
- Simulation : reproduire les phases avec la lumière cendrée
- Simulation : la Terre présente-t-elle aussi des phases ? - >correspondance avec les phases lunaires

  Situation de l'élève : il est un observateur sur la Lune qui observe la Terre. Il doit faire des images de la Terre et de ses phases
- Simuler la Terre par une boule réfléchissante (à défaut un miroir), tenter de reproduire le phénomène observé et en faire une image
- Conclure que la face dans l'ombre reçoit la lumière de la «Pleine Terre» et la réfléchit

# 6- Taille apparente et orbite de la Lune

15% ↕



# 6- Taille apparente et orbite de la Lune

- Constatation : la taille la Lune varie d'un cliché à l'autre (pas seulement la fraction éclairée) Pourquoi ?
- Taille apparente / réelle : s'exercer avec des objets familiers de tailles différentes
  - mesurer la variation de la taille de l'image d'une balle (ou la tête d'un camarade) lorsqu'on l'éloigne de la caméra/lunette
  - placer des balles de tailles différentes à une distance telle que leurs images aient la même taille
- Débat: hypothèses sur l'origine des variations lunaires : changement de volume (baudruche) ou de distance ?
- Simuler et tenter de conclure sur les variations de la distance Terre - Lune: l'orbite de la Lune n'est pas un cercle, mais une ellipse
- Psychologie de la vision : la Lune est-elle plus grosse lorsqu'elle se trouve juste au-dessus de l'horizon ? Mesures comparées au transit et au lever/coucher.

# 7 - Enquête finale

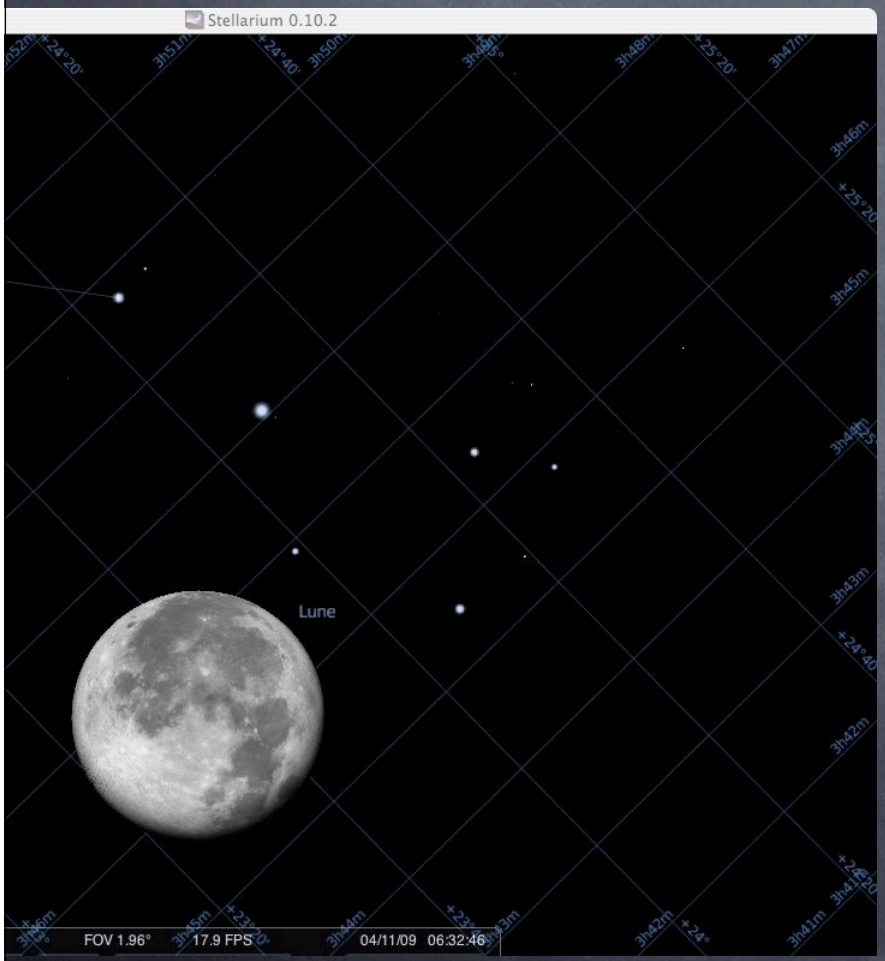
- Bilan de ce que l'on a appris sur la Lune, ses mouvements, son relief
- les enfants établissent un questionnaire destiné aux adultes pour tester leus connaissances (QCM)
- Analyse collective des résultats dans des tableaux et graphiques (parts de tarte) avec les utilitaires XO: Sugar / Activity > Analyse

# 8 - La distance Terre - Lune

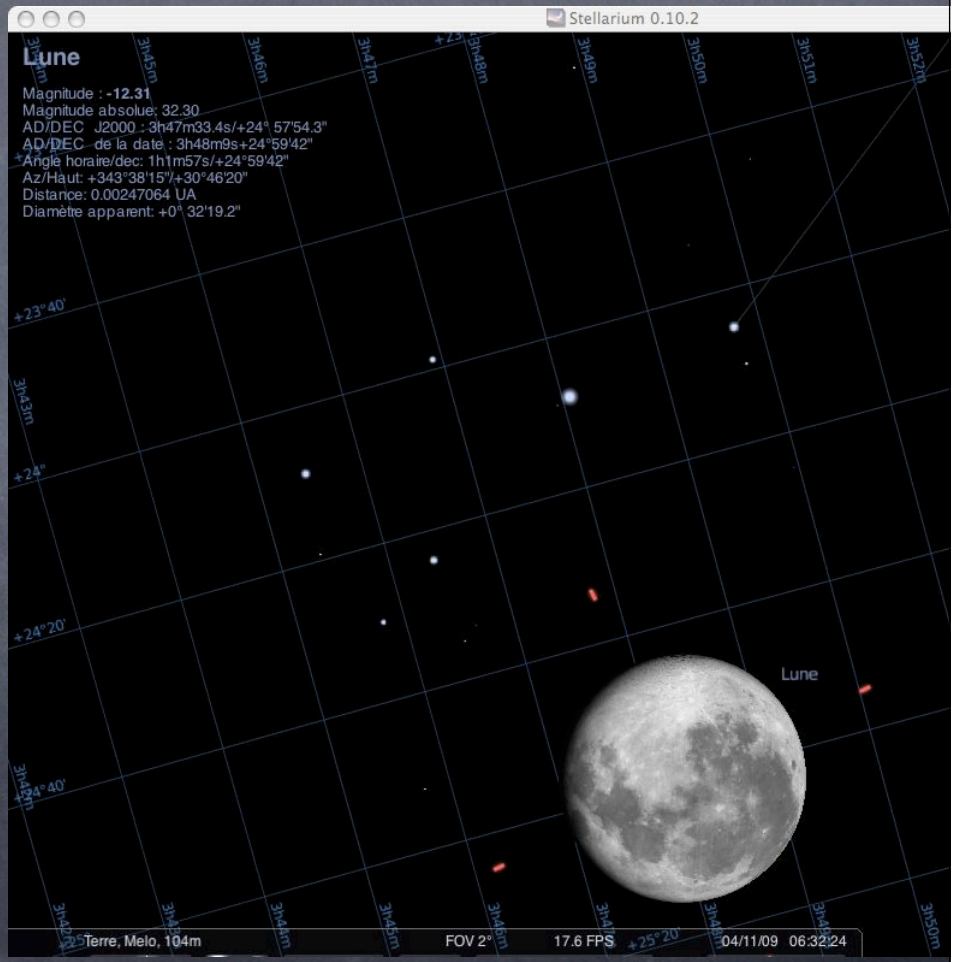
- Projet collaboratif et international (coordonné)
- Observations distantes mais synchronisées d'un rapprochement Lune - planète ou étoile brillante
- Pour des classes très distantes, l'effet de paralaxe permet d'évaluer la distance Terre-Lune
- Simulation - maquette en classe
- Mesures de position et échanges via Internet. Comparaison puis calcul simplifié par une règle de trois à partir de la maquette (angles)

# En pratique…

France




Uruguay



# 9- Mesurer le diamètre de la Lune

- Images d'une éclipse de Lune
- Comparaison de la taille de l'ombre de la Terre projetée sur la Lune
- Simulation : reproduire le cône d'ombre de la Terre jusqu'à la Lune