

# Faire de l'astronomie à la manière des astronomes

*L'effet d'un programme de formation des maîtres à propos des phases de la Lune sur les apprentissages en astronomie et le self-concept des enseignants participants et de leurs élèves*

Pierre Chastenay, Ph. D.  
Département de didactique  
Université du Québec à Montréal  
9 janvier 2021

# Plan de la présentation

- L'enseignement de l'astronomie au Québec et la formation des maîtres
- Comment les astronomes font-ils et elles de l'astronomie ?
- Le cycle de découverte en astronomie, sa transposition didactique en classe et le changement conceptuel
- Faire de l'astronomie à la manière des astronomes... en classe !
- Quelques résultats empiriques
- Conclusion

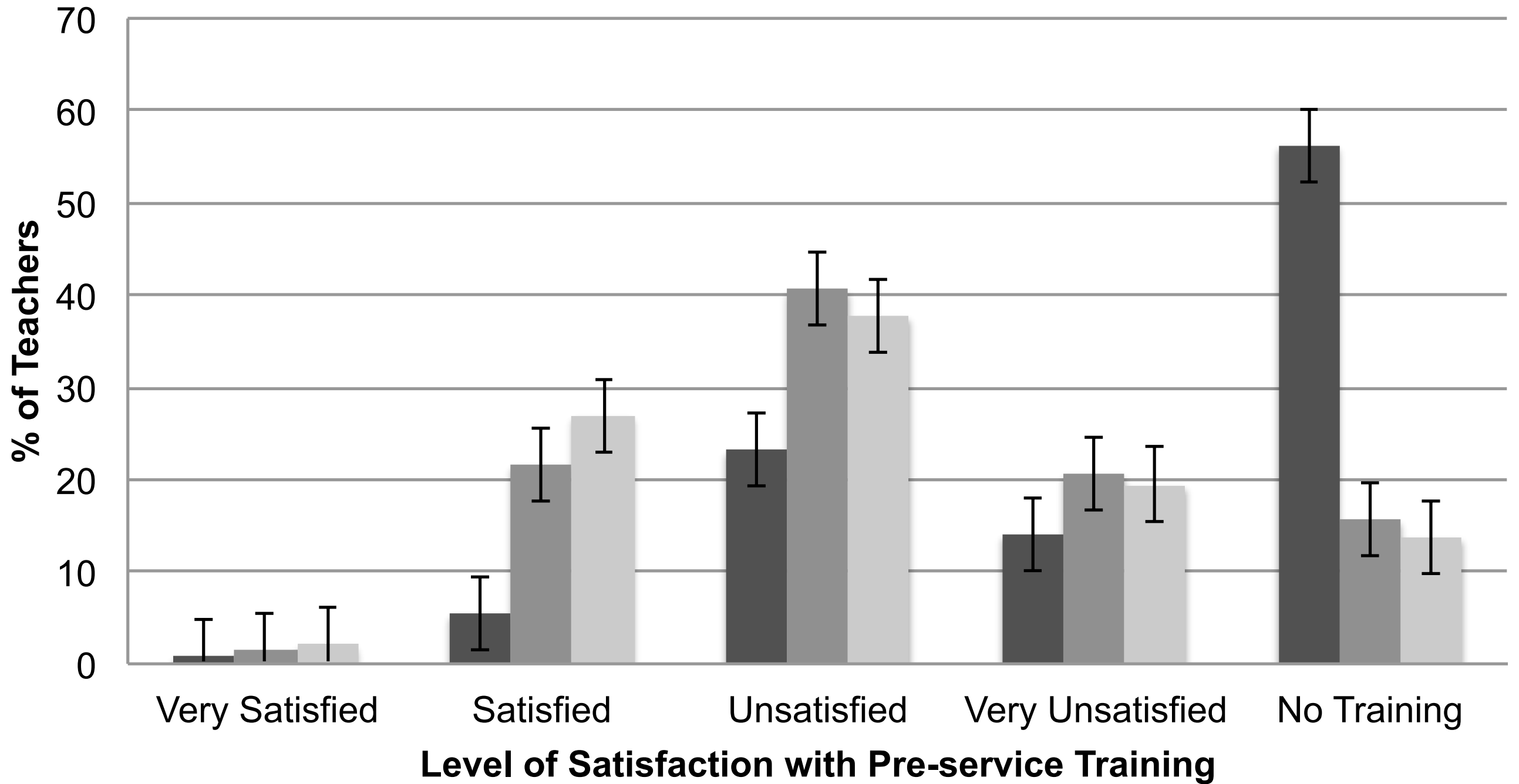
# Enseignement de l'astronomie au Québec

- L'astronomie a fait son entrée dans le Programme de formation de l'école québécoise (PFEQ) à l'occasion des réformes du milieu des années 2000 (MEQ 2006a; 2006b)
- Il s'agit de savoirs essentiels au primaire (élèves de 6 à 12 ans) et de concepts prescrits au secondaire (élèves de 12 à 18 ans)
- Les concepts à enseigner sont similaires à ce que l'on retrouve dans la plupart des pays industrialisés : cycle diurne, phases de la Lune, saisons, système solaire, etc. (Salimpour et al. 2020)

# Enseignement de l'astronomie au Québec

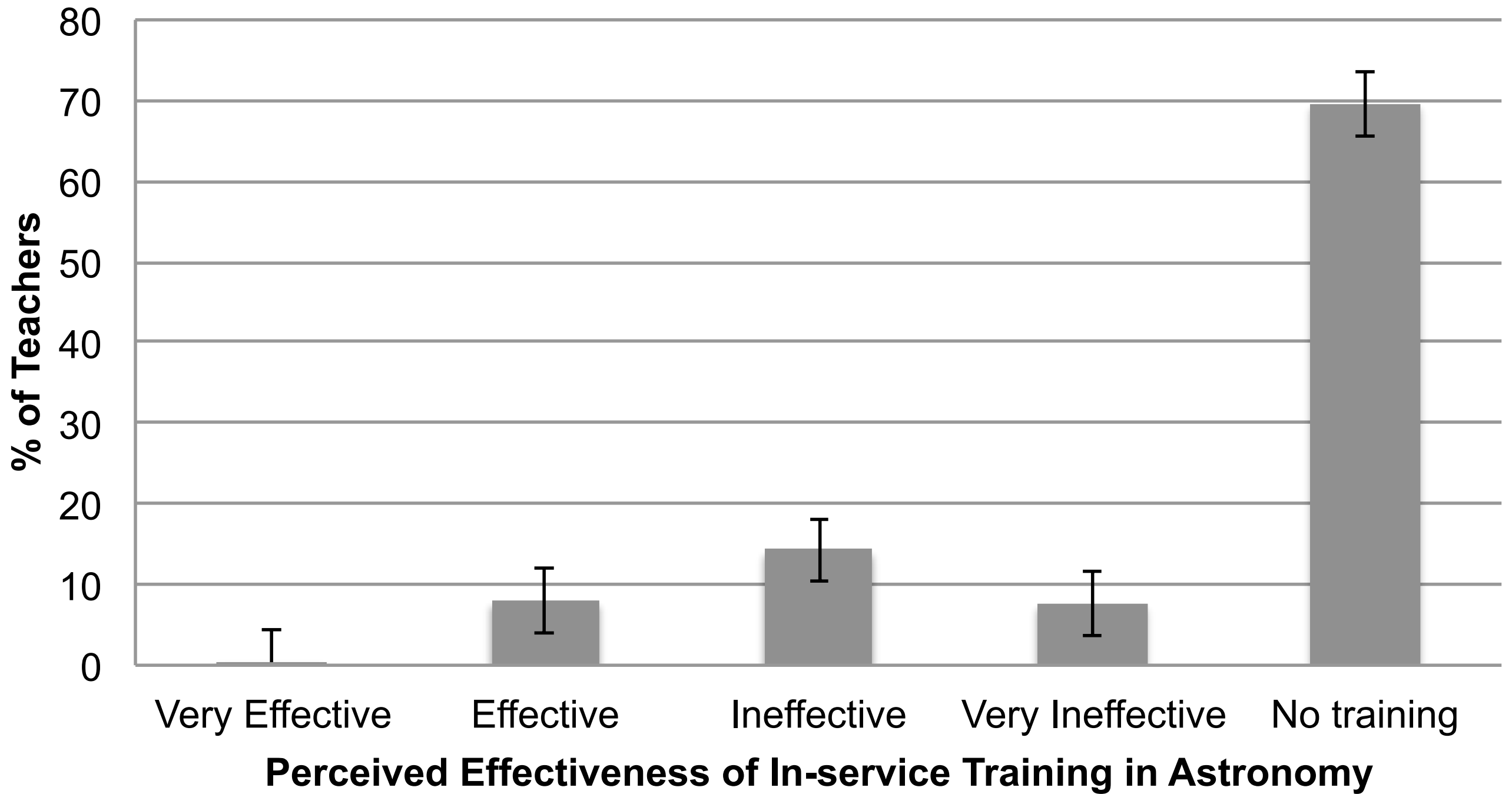
- Sondages menés entre 2014 et 2016 auprès d'enseignants québécois du primaire ( $N = 638$ ) à propos de leurs pratiques d'enseignement de l'astronomie (Chastenay 2014; 2018; Chastenay et Riopel 2019)
- 51% des répondants n'enseignent pas l'astronomie dans leur classe
- Pour les autres, la moyenne est de  $10,3 \pm 6,7$  h d'astronomie par année
- Moyenne de  $1,2 \pm 0,8$  h d'enseignement des sciences par semaine

■ Astronomy ■ Science ■ Science Teaching



**N = 638, ± 4%**





**N = 638, ± 4%**

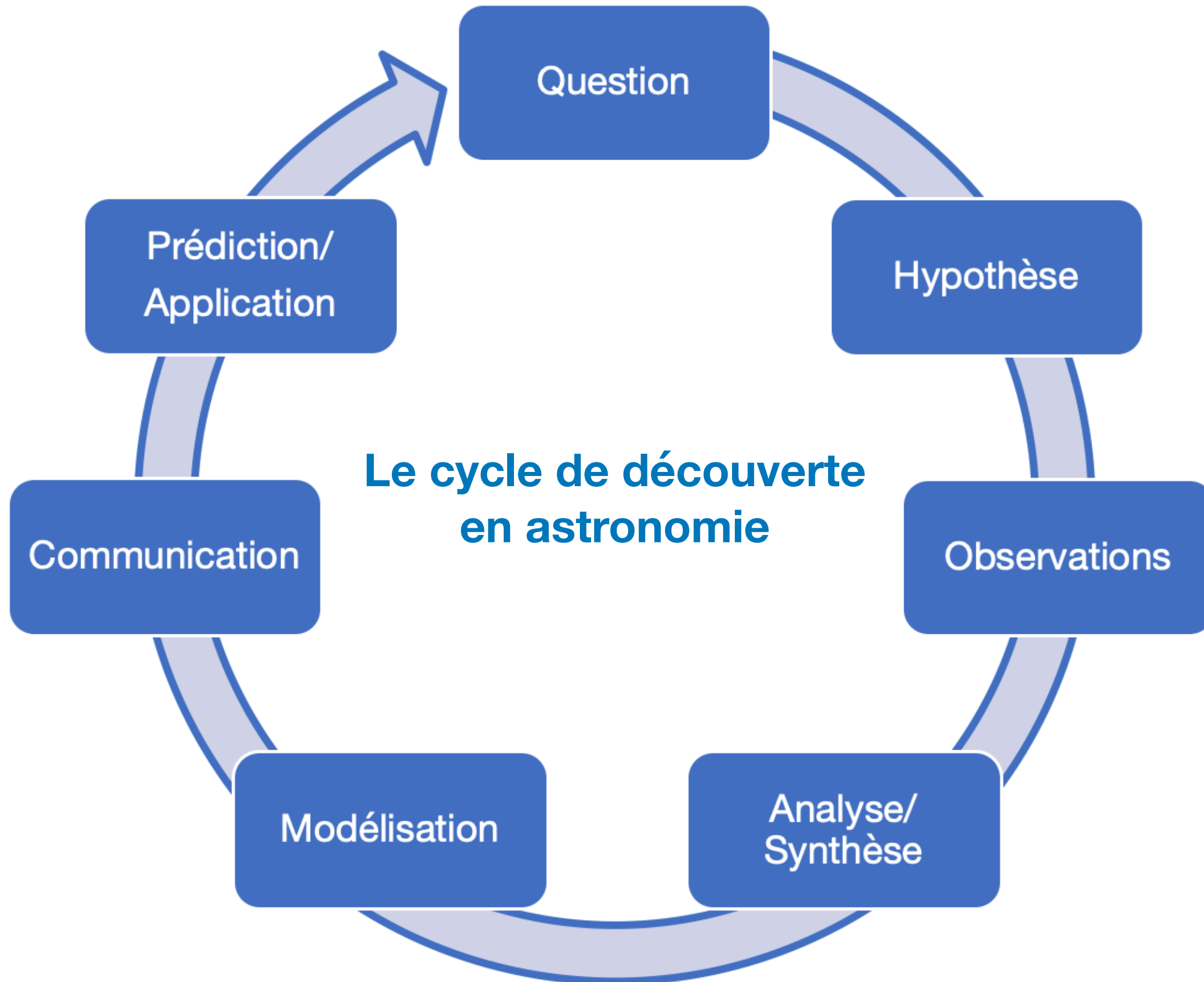
# Problématique

- Le PFEQ demande dorénavant aux enseignants du primaire et du secondaire d'enseigner l'astronomie à leurs élèves
- Les enseignants ne croient posséder ni les connaissances, ni les compétences pour enseigner cette matière de manière efficace (*ils n'ont pas été formés pour ça !*)
- Un programme de formation initiale et continue destiné aux enseignants et futurs enseignants doit donc être mis en place et validé par la recherche

# Comment les astronomes font-ils et elles de l'astronomie ?

- Comment font les astronomes ?
- Analyse épistémologique et historique du processus de production de nouveaux savoirs en astronomie
- Il existe un « cycle de découverte » en astronomie





# Quelques exemples

- La révolution copernicienne
- Le diagramme HR
- La découverte de planètes extrasolaires avec le télescope spatial Kepler
- etc.

# Cycle de découverte, transposition didactique et changement conceptuel

Cycle de découverte en astronomie	Objectifs didactiques (transposition en classe)	Étapes du changement conceptuel
<b>Question</b>	Dévolution du problème et prise en charge par les apprenants	Reconnaissance du problème à résoudre
<b>Hypothèse</b>	Explicitation des conceptions initiales des apprenants et conflit (socio)cognitif au sein de la classe	Explicitation des conceptions et début de l'insatisfaction
<b>Observation</b>	Familiarisation avec les manifestations du phénomène astronomique à l'étude	Insatisfaction, début de remise en question des conceptions, début d'intelligibilité du phénomène
<b>Analyse/Synthèse</b>	Recherche de régularités dans les données, création d'une base commune de faits (synthèse) à expliquer par la modélisation (i.e. ce qu'il faut expliquer et reproduire)	Poursuite de la remise en question des conceptions, augmentation de l'intelligibilité du phénomène

# Cycle de découverte, transposition didactique et changement conceptuel

Cycle de découverte en astronomie	Objectifs didactiques (transposition en classe)	Étapes du changement conceptuel
<b>Modélisation</b>	Reproduction concrète des conceptions des apprenants, établissement de liens entre observations, analyse et modélisation, changement de perspective sur les systèmes astronomiques	Intelligibilité du phénomène, plausibilité des nouvelles conceptions, modélisation comme moteur de l'évolution des conceptions
<b>Communication</b>	Ancrage du modèle dans le langage des apprenants, familiarisation avec le concept astronomique et ses conséquences	Mise en mots des nouvelles conceptions et formation des concepts
<b>Prédiction/Application</b>	Démonstration du caractère fructueux du modèle, motivation des apprenants, décontextualisation et recontextualisation du modèle	Démonstration du caractère fructueux des nouvelles conceptions

# Qu'est-ce qu'un modèle ?

- Représentation fonctionnelle et simplifiée d'une classe d'objets ou de phénomènes (Roy et Hasni 2014)
- Un « outil de résolution de problème » (Astolfi et Drouin 1992, p. 93), permettant de représenter et manipuler une réalité complexe et/ou inaccessible
- La modélisation est un puissant moteur de changement conceptuel : « *when students construct models, they own the knowledge* » (Jonassen 2008, p. 680)
- En astronomie, le modèle est le seul élément que l'on peut manipuler pour contrôler les variables, tester une hypothèse, faire des prédictions, changer de perspective sur un système astronomique, etc.

# Faire de l'astronomie à la manière des astronomes... en classe !

Hypothèse : Faire de l'astronomie à la manière des astronomes en classe en suivant le cycle de découverte en astronomie favorisera les apprentissages ainsi que le sentiment de compétence (self-concept, Cokley 2000) à propos des phases de la Lune des enseignants participants ainsi que de leurs élèves

Self-concept : questionnaire à échelle de Likert basé sur celui de Potvin et Hasni (2014), alpha de Cronbach de .83

Phases de la Lune : version française du *Moon Phase Concept Inventory for Middle School* (MPCI-MS) de Chastenay et Riopel (2020)



# Participants

- N = 18 enseignants du primaire et du secondaire de la Commission scolaire des Affluents (banlieue est de Montréal) participant à deux journées de formation des maîtres
- N = 34 élèves de 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> année (âge moyen =  $11,6 \pm 0,5$  ans) sous la tutelle de deux enseignantes participantes

# Faire de l'astronomie à la manière des astronomes... en classe !

**Jour 1** : Question, hypothèses (conceptions premières), observation (présentation des outils d'observation)

**Jour 1 + 30 jours** : Analyse/synthèse, modélisation, communication, prédiction/application

Entre ces deux journées : observation quotidienne des phases de la Lune avec une fiche d'observation de la Lune

Une enseignante a réalisé l'activité avec ses élèves en même temps que la formation, l'autre tout de suite après

Fiche d'observation des phases de la Lune

Nom : \_\_\_\_\_ Groupe : \_\_\_\_\_

Jour no	Lever		Coucher		Phase (noircir la partie invisible)	Nom de la phase	Illumination (%)	Élongation lunaire (degrés)	Je remarque quelque chose ou je me pose une question...
	Date	Heure	Date	Heure					
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									

# Analyse des données d'observation des phases de la Lune

Noms (à inscrire sur les lignes ci-dessous) : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_



Consignes : Analysez les données que vous avez recueillies dans votre Fiche d'observation des phases de la Lune afin de répondre aux questions suivantes. Vous trouverez toutes les informations nécessaires pour répondre aux questions ci-dessous dans les données que vous avez compilées. Bonne analyse !

1. Comparez les **heures de lever** de la Lune que vous avez consignées d'une journée à l'autre. Que remarquez-vous ? Décrivez votre réponse en quelques mots ci-dessous :

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. Comparez les **heures de coucher** de la Lune que vous avez consignées d'une journée à l'autre. Que remarquez-vous ? Décrivez votre réponse en quelques mots ci-dessous :

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. Selon vos observations, est-il possible de voir la Lune **en plein jour** ? Encerclez la réponse de votre choix ci-dessous :

Oui                      Non

4. Selon vos observations, quelle est la phase de la Lune lorsque la Lune **se lève vers midi et se couche vers minuit** ? Encerclez la réponse de votre choix ci-dessous :

Nouvelle lune              Premier quartier              Pleine lune              Dernier quartier

5. Selon vos observations, quelle est la phase de la Lune lorsque la Lune **se lève le soir au coucher du Soleil et se couche le matin au lever du Soleil** ? Encerclez la réponse de votre choix ci-dessous :

Nouvelle lune              Premier quartier              Pleine lune              Dernier quartier

6. Selon vos observations, quelle est la phase de la Lune lorsque la Lune **se lève le matin en même temps que le Soleil et se couche le soir avec lui** ? Encerclez la réponse de votre choix ci-dessous :

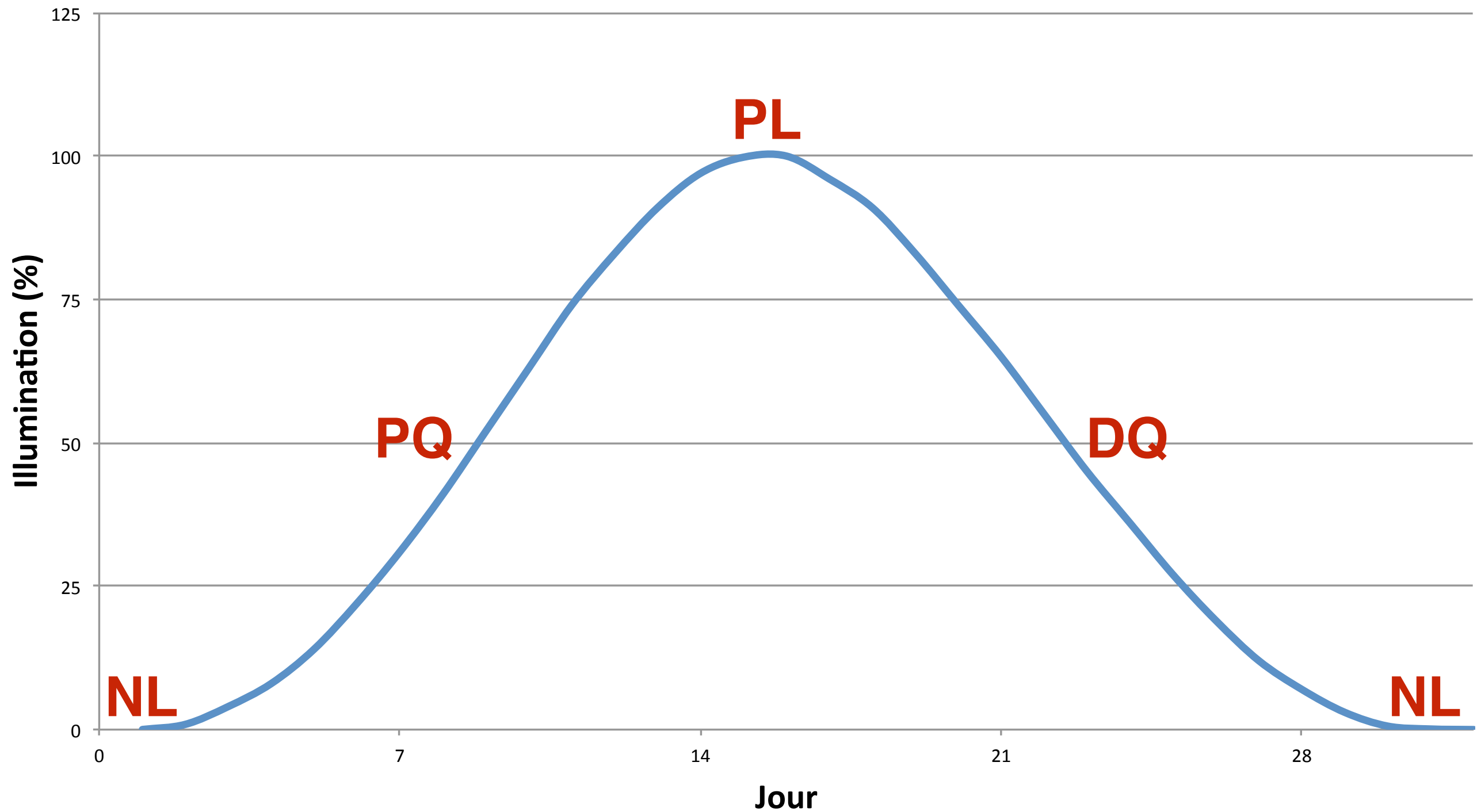
Nouvelle lune              Premier quartier              Pleine lune              Dernier quartier

7. Selon vos observations, quelle est la phase de la Lune lorsque la Lune **se lève vers minuit et se couche vers midi** ? Encerclez la réponse de votre choix ci-dessous :

Nouvelle lune              Premier quartier              Pleine lune              Dernier quartier

**Le terminateur avance toujours de droite à gauche (dans l'hémisphère nord)**

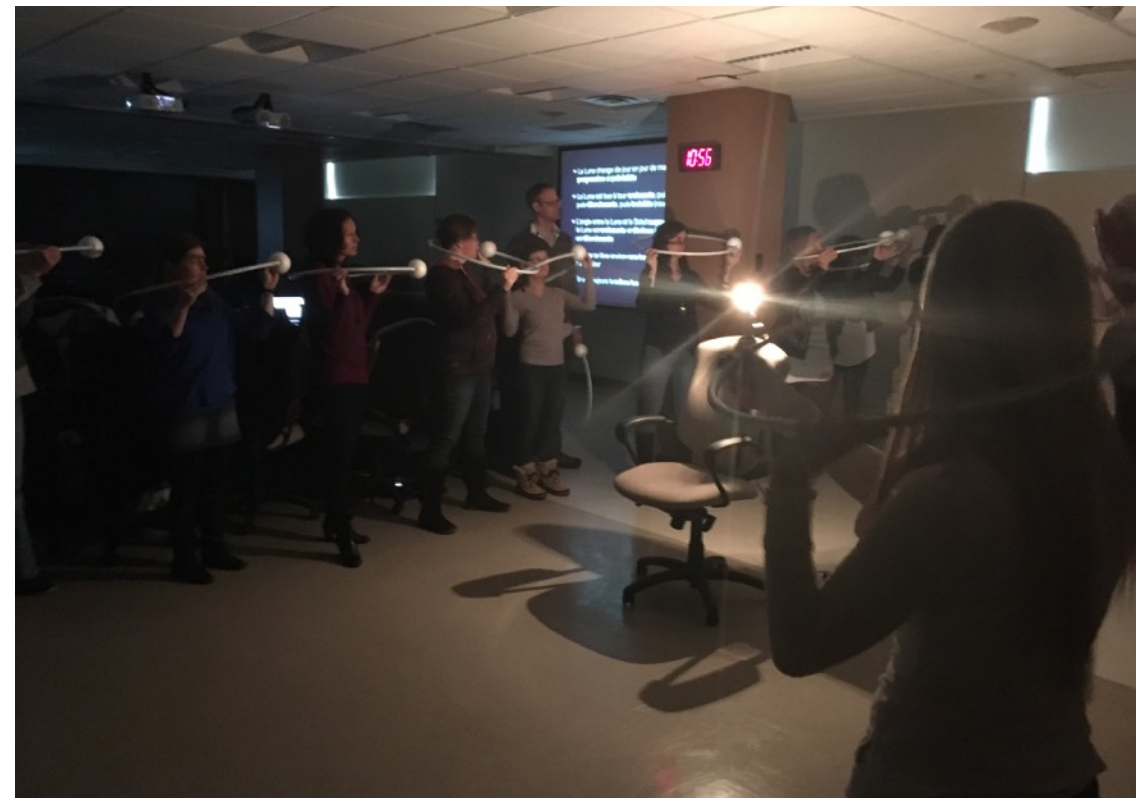
## Illumination de la Lune en fonction de la phase





Phase	Lever	Coucher	Présente dans le ciel	Angle Soleil-Lune (élongation)	Illumination
<b>Nouvelle Lune</b>	Au lever du Soleil	Au coucher du Soleil	Toute la journée (mais invisible)	~0 degré	0 %
<b>Premier quartier</b>	Midi	Minuit	Après-midi et première moitié de nuit	~90 degrés	50 %
<b>Pleine Lune</b>	Au coucher du Soleil	Au lever du Soleil	Toute la nuit	~180 degrés	100 %
<b>Dernier quartier</b>	Minuit	Midi	Deuxième moitié de nuit et avant-midi	~90 degrés	50 %







# Résultats empiriques enseignants

Wilcoxon paired rank test comparing in-service teachers' pretest and post-test Self-Concept mean scores (N = 18).

Post-Pre	Z	Sig.	Pearson's r <sup>†</sup>
Self-concept	3.637	.001	.37

The treatment (observing and modelling) accounts for 37% of the variance in the sample.

Wilcoxon paired rank test comparing in-service teachers' pretest and post-test MPCII-MS mean scores (N = 18).

Post-Pre	Z	Sig.	Pearson's r <sup>†</sup>
MPCI-MS	3.728	.001	.62

The treatment (observing and modelling) accounts for 62% of the variance in the sample

† Effect size for Pearson's r (Cohen, 1988; 1992): small = .1; medium = .3; large = .5.

# Élèves

T-test for paired samples comparing 10-14 years old students' Self-Concept pretest, post-test and delayed post-test (2 months) mean scores (N = 34).

Self-concept	Mean diff.	SD	t	Sig.	Cohen's d
Post-Pre	0.855	0.963	5.177	.001	.88
Delayed Post-Pre	0.846	0.873	5.657	.001	.97
Delayed Post-Post	0.009	0.612	0.084	.933	—

T-test for paired samples comparing 10-14 years old students' MPCCI-MS pretest, post-test and delayed post-test (2 months) mean scores (N = 34).

MPCCI-MS	Mean diff.	SD	t	Sig.	Cohen's d
Post-Pre	8.176	3.988	11.954	.001	2.05
Delayed Post-Pre	6.353	4.007	9.245	.001	1.59
Delayed Post-Post	-1.823	2.139	-4.972	.001	0.85

Cohen's d is a measure of the difference between the means in terms of *SD*.

# Conclusion

- Faire de l'astronomie à la manière des astronomes semble favoriser les apprentissages et le sentiment de compétence des enseignants et de leurs élèves vis-à-vis les phases de la Lune
- Cette approche pourrait aussi favoriser l'apprentissage d'autres concepts en astronomie, comme le cycle diurne, les saisons, les mouvements planétaires, etc.





# MERCI!

Pierre Chastenay, Ph. D.  
Département de didactique  
Université du Québec à Montréal  
[chastenay.pierre@uqam.ca](mailto:chastenay.pierre@uqam.ca)