

Enseigner la physique à l'université

Comment les étudiants de L1 de physique tracent-ils les vecteurs en cinématique ?

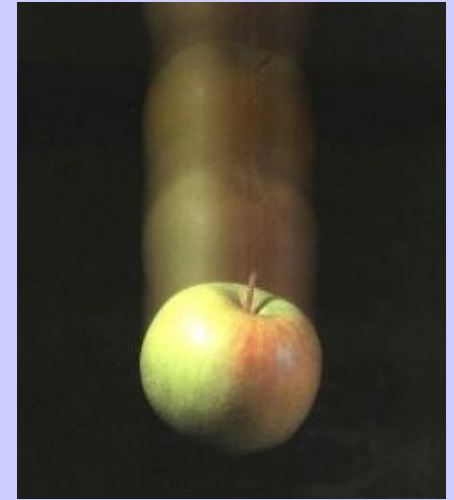
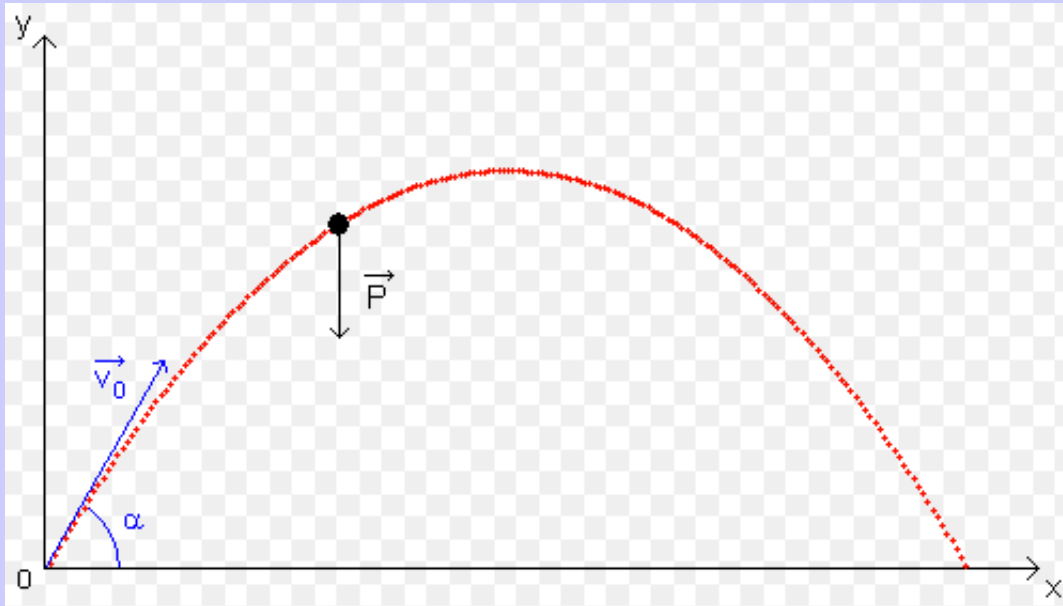


Dans le cadre des travaux de thèse
Directeurs : C. de Hosson & N. Décamp

Alice Di Fabio

12 juillet 2017

Le contexte : la chute libre

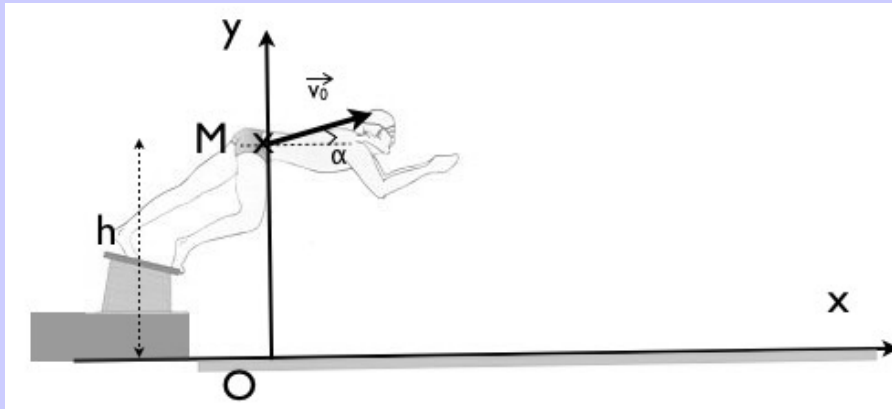


Au lycée : programmes de la série scientifique

Années 2000	Années 2010
Vecteur vitesse V_G du centre d'inertie et sa variation (1S) Mouvements de projectiles dans un champ de pesanteur uniforme (TS)	Description du mouvement d'un point au cours du temps ; lois de Newton ; étudier des mouvements dans le champ de pesanteur uniforme (TS)

La question posée aux étudiants

Niveau L1, après enseignement de mécanique.



$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{a} = \vec{g}$$

$$a_x = 0$$

$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

$$a_y = -g$$

$$v_y = -gt + v_0 \sin \alpha$$

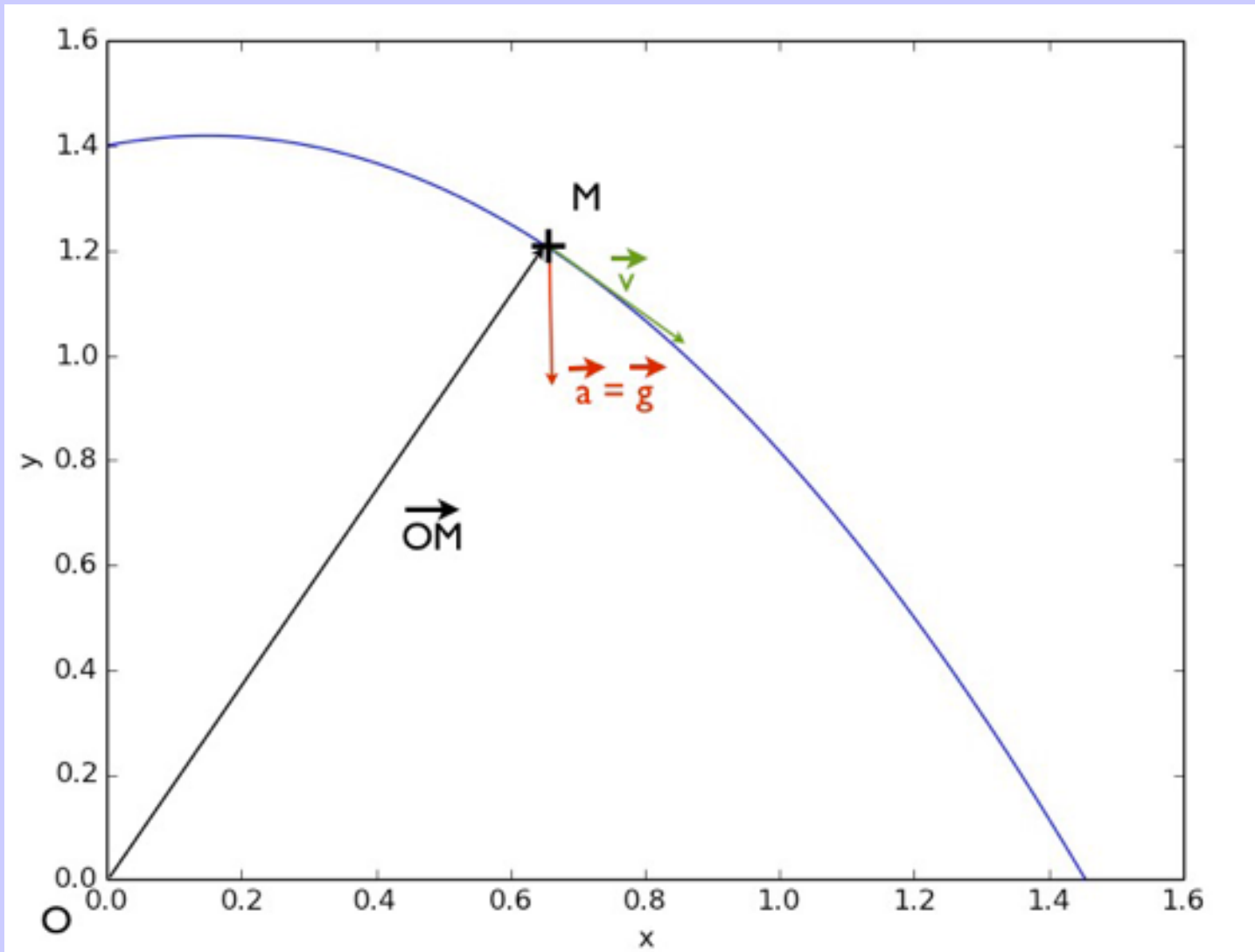
$$x = (v_0 \cos \alpha)t$$

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin \alpha)t + h$$

Question posée :

« Faire un schéma donnant une allure de la trajectoire du point M. Pour un instant t choisi un peu après le départ faire apparaître les vecteurs position, vitesse et accélération. »

La question posée aux étudiants : réponse attendue



Analyse des réponses des étudiants

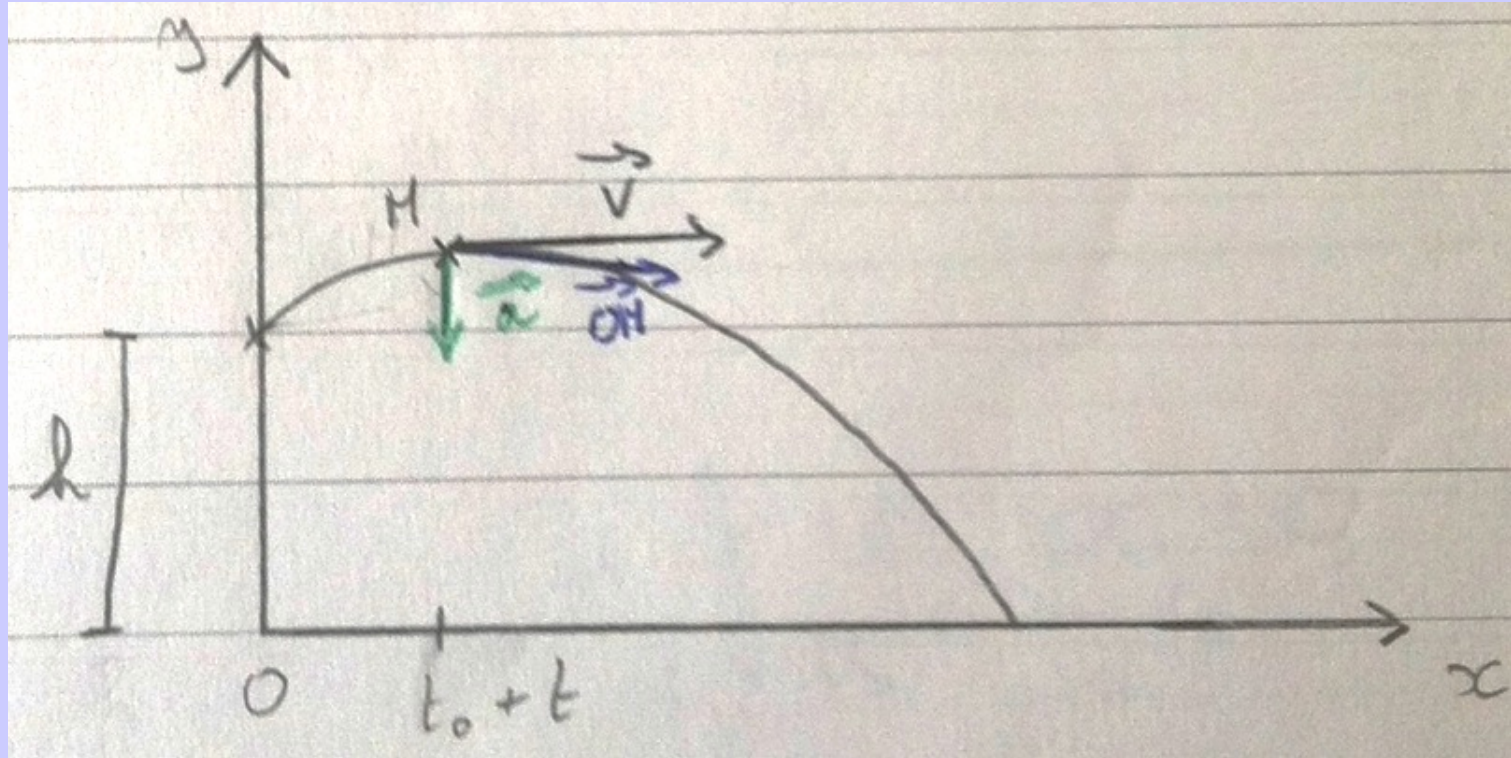
Nombre de vecteurs tracés

Nombre de copies recueillies : 460

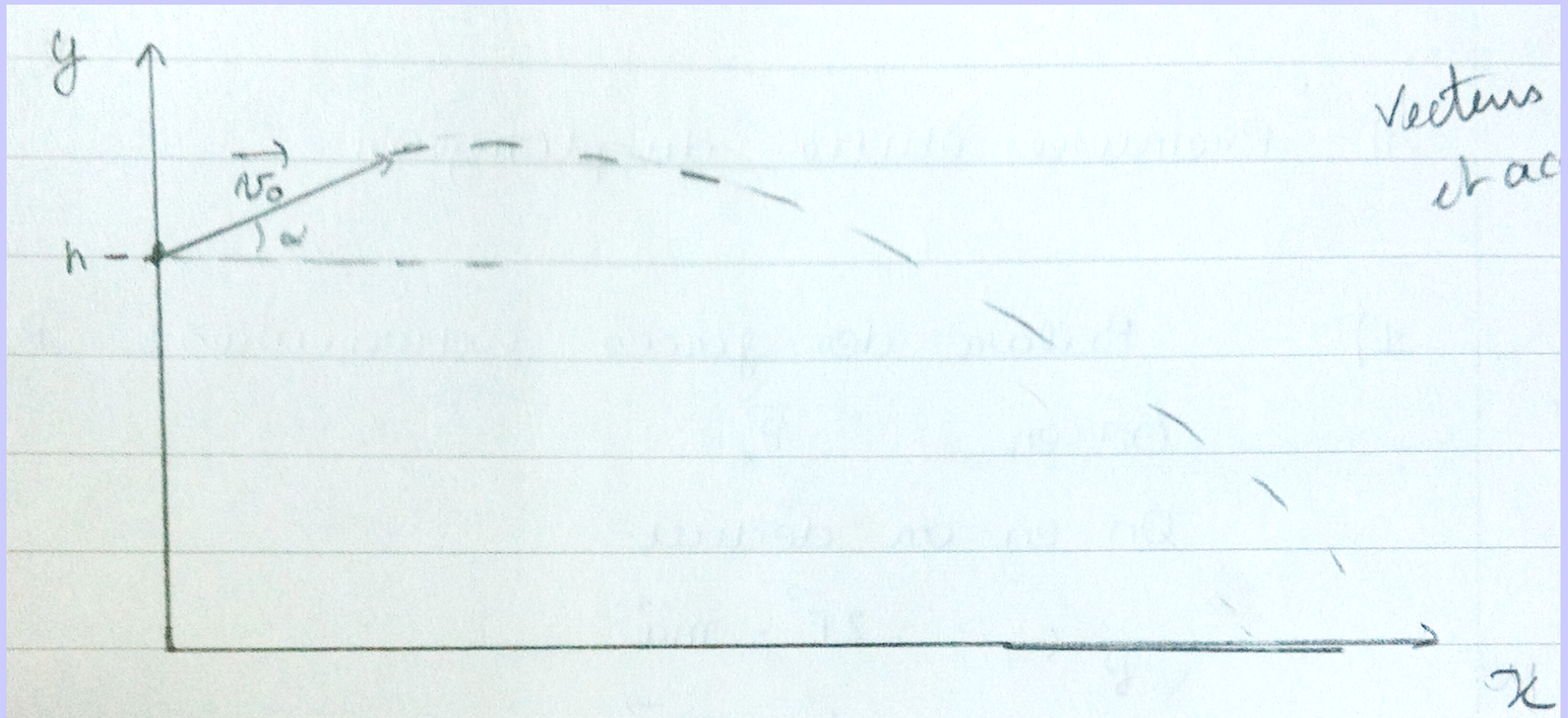
Nombre de copies dans lesquelles la question est traitée : 421

		Nombre	%	
Vecteur $\overrightarrow{OM}$	tracé	220	52,3	52% des $\overrightarrow{OM}$ tracés
	non tracé	201	47,7	
	correct	115	27,3	
Vecteur $\vec{v}$	tracé	376	89,3	61% des $\vec{v}$ tracés
	non tracé	45	10,7	
	correct	228	54,2	
Vecteur $\vec{a}$	tracé	335	79,6	58% des $\vec{a}$ tracés
	non tracé	86	20,4	
	correct	194	46,1	

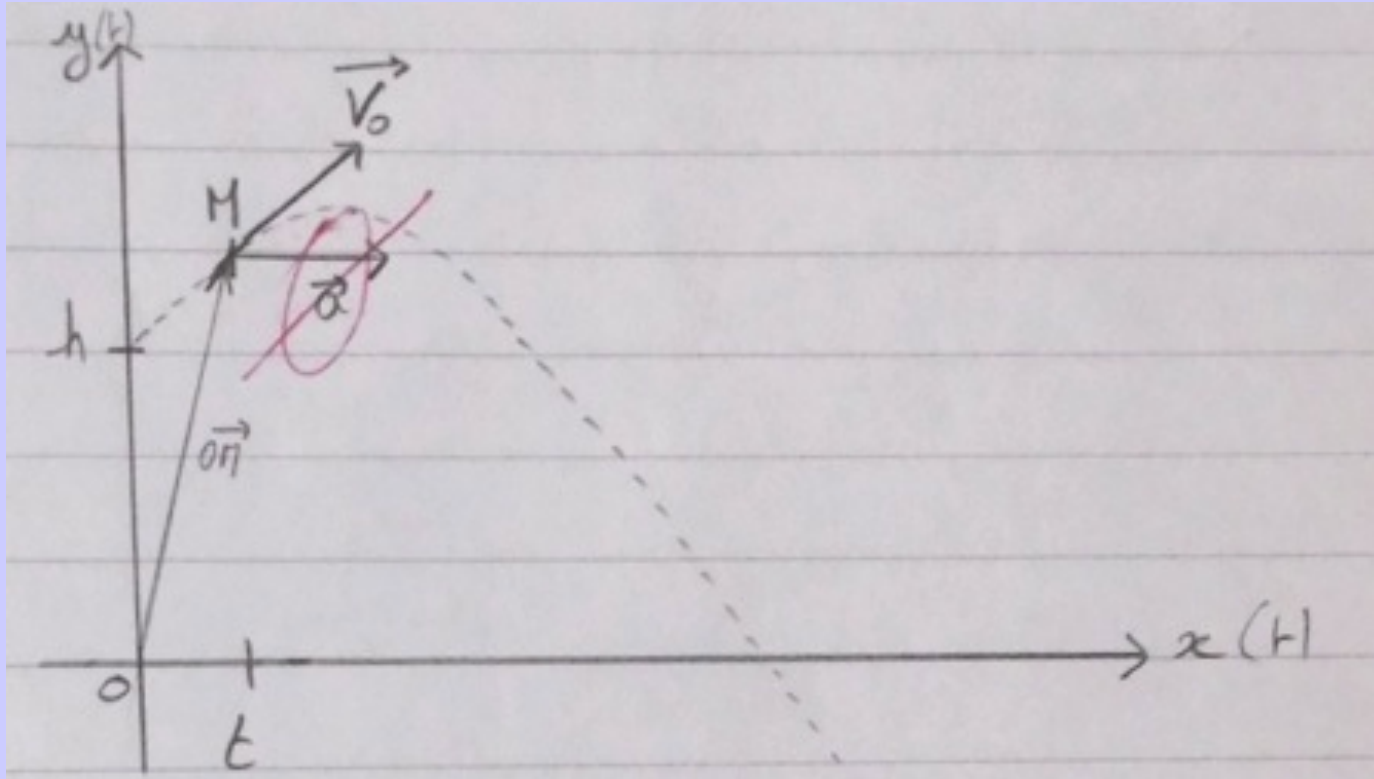
Exemple d'erreur sur le vecteur position



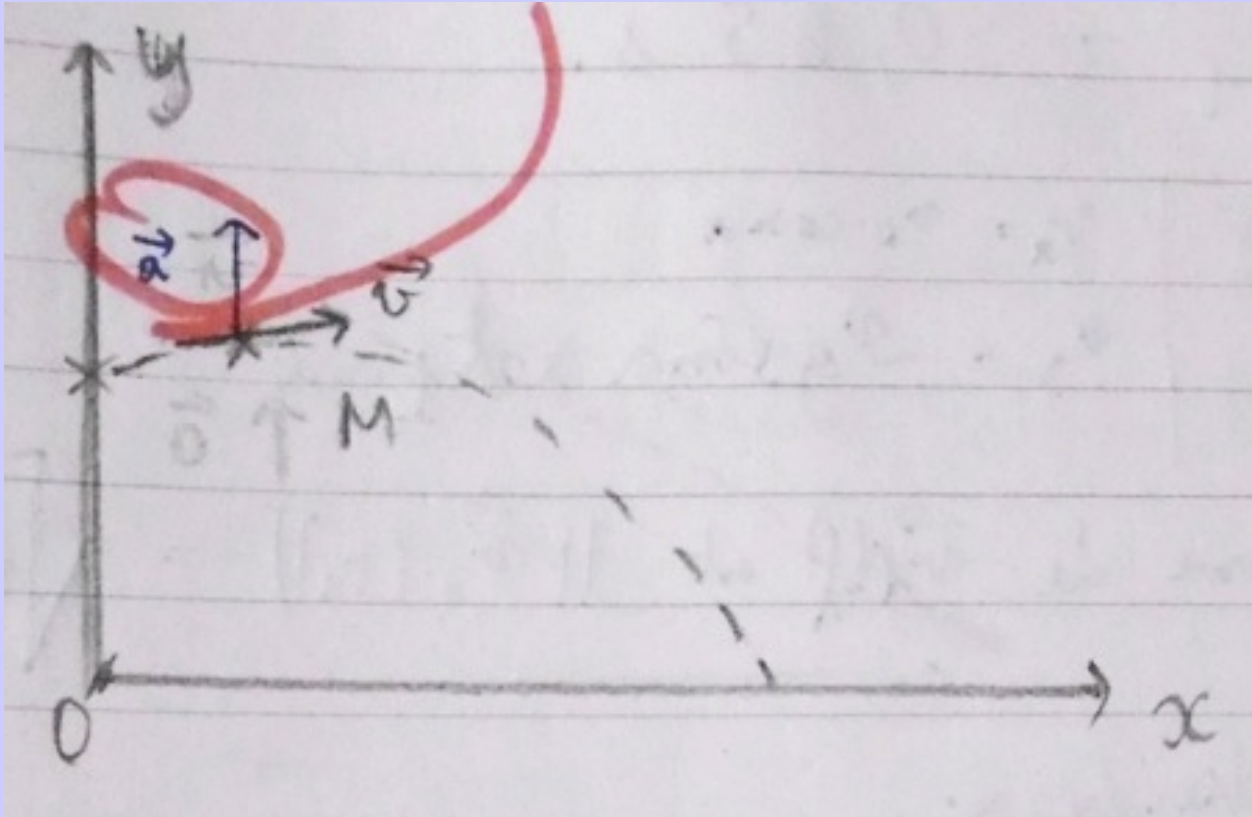
Exemple d'erreur sur le vecteur vitesse



Exemple d'erreur sur le vecteur accélération



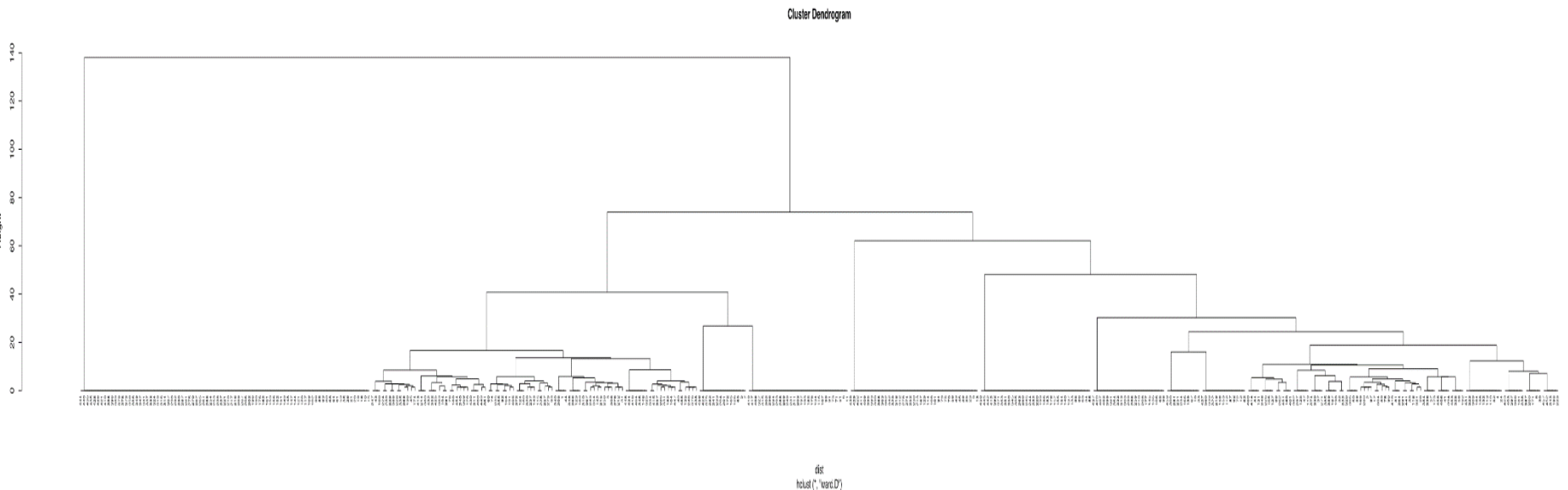
Exemple d'erreur sur le vecteur accélération



Analyse des réponses des étudiants

Profils de réponses

Outil statistique : HClust

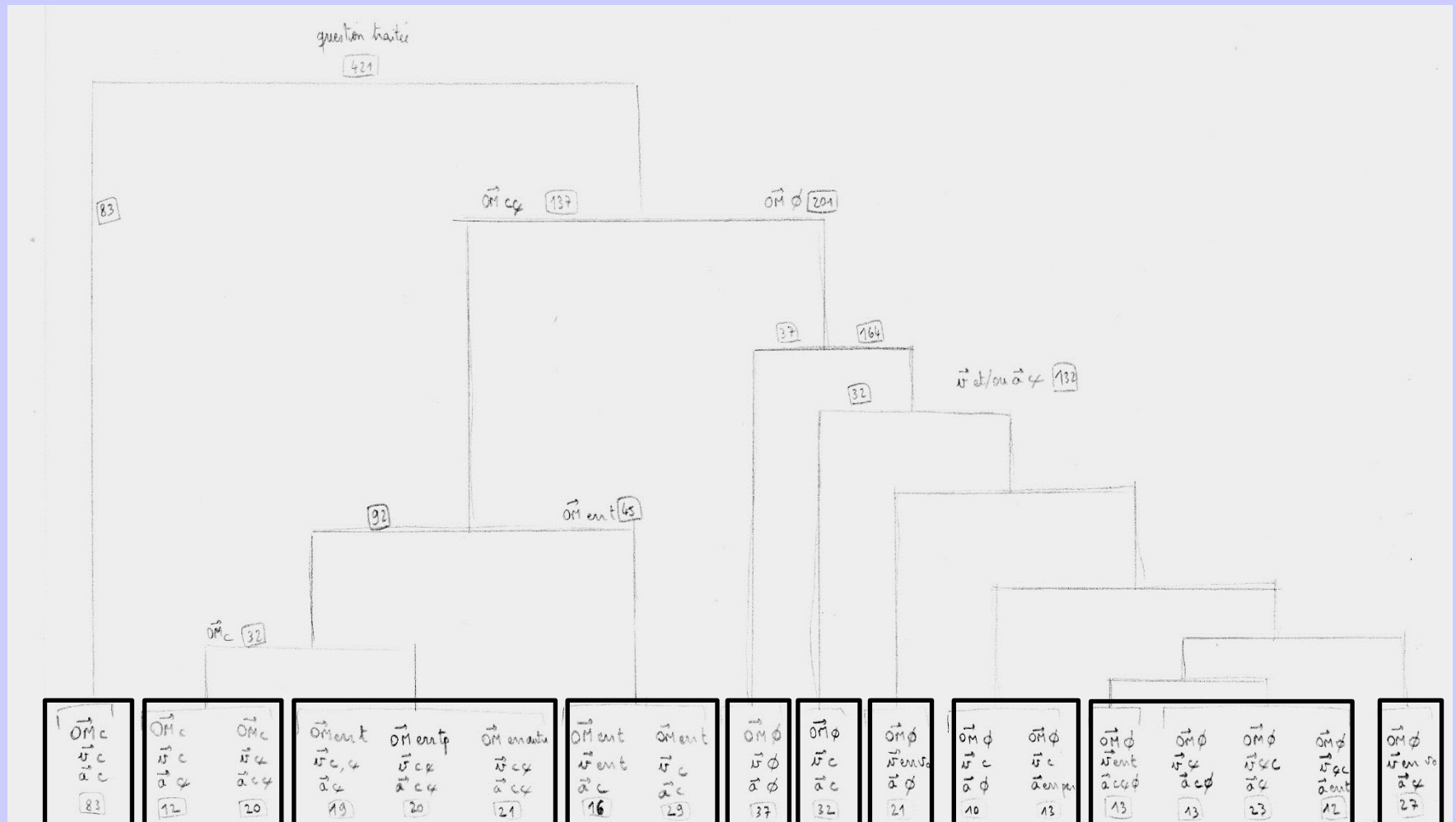


Grande dispersion des réponses

Analyse des réponses des étudiants

Profils de réponses

Profils de réponses regroupés :



Analyse des réponses des étudiants

Profils de réponses

137

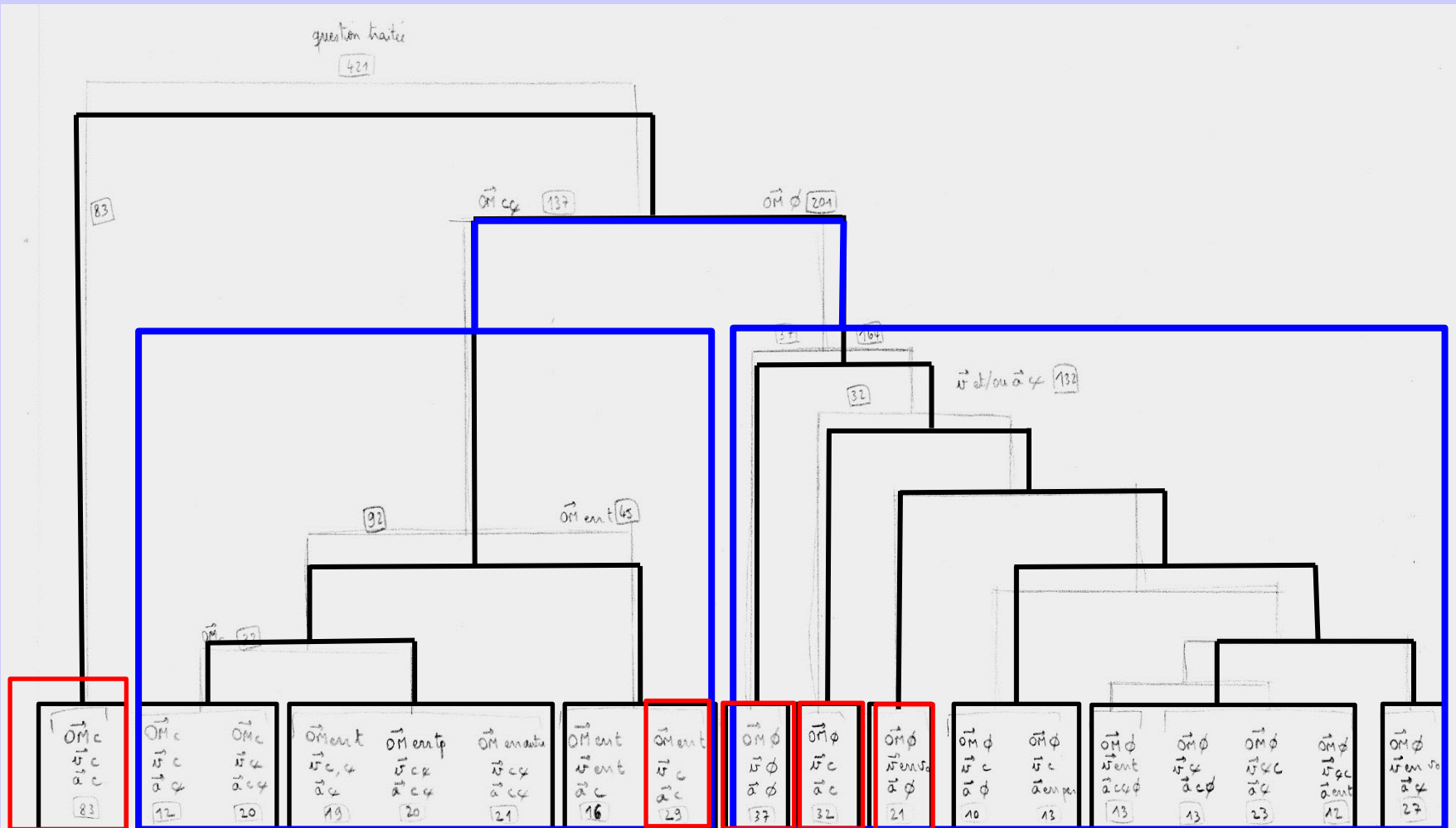
$\overrightarrow{OM}$ est tracé.

83	32	60	45	37
20% $\overrightarrow{OM} \vec{v} \vec{a}$ corrects	$\overrightarrow{OM}$ correct $\vec{v}$ ou $\vec{a}$ correct	$\overrightarrow{OM}$ incorrect $\vec{v}$ et $\vec{a}$ corrects ou non	$\overrightarrow{OM}$ erreur t $\vec{a}$ correct	9% $\overrightarrow{OM} \vec{v} \vec{a}$ pas tracés
29 $\vec{v}$ correct				

32	21	23	61	27
8% $\overrightarrow{OM}$ pas tracé $\vec{v}$ et $\vec{a}$ corrects	5% $\overrightarrow{OM}$ pas tracé $\vec{v}$ erreur $\vec{v}_0$ $\vec{a}$ pas tracé	$\overrightarrow{OM}$ pas tracé $\vec{v}$ correct $\vec{a}$ pas tracé ou erreur per	$\overrightarrow{OM}$ pas tracé $\vec{v}$ correct ou non $\vec{a}$ quelconque	$\overrightarrow{OM}$ pas tracé $\vec{v}$ erreur $\vec{v}_0$ $\vec{a}$ incorrect
201 $\overrightarrow{OM}$ n'est pas tracé.		39 $\vec{v}$ correct $\vec{a}$ quelconque	12 $\vec{v}$ incorrect $\vec{a}$ correct	

Profil de réponses

Profils de réponses regroupés :



Analyse des réponses des étudiants

Quelques éléments de conclusion :

Tracer les vecteurs $\overrightarrow{OM}$, $\vec{v}$ et $\vec{a}$ est une difficulté.

Savoir tracer un vecteur ne signifie pas savoir tracer les autres.

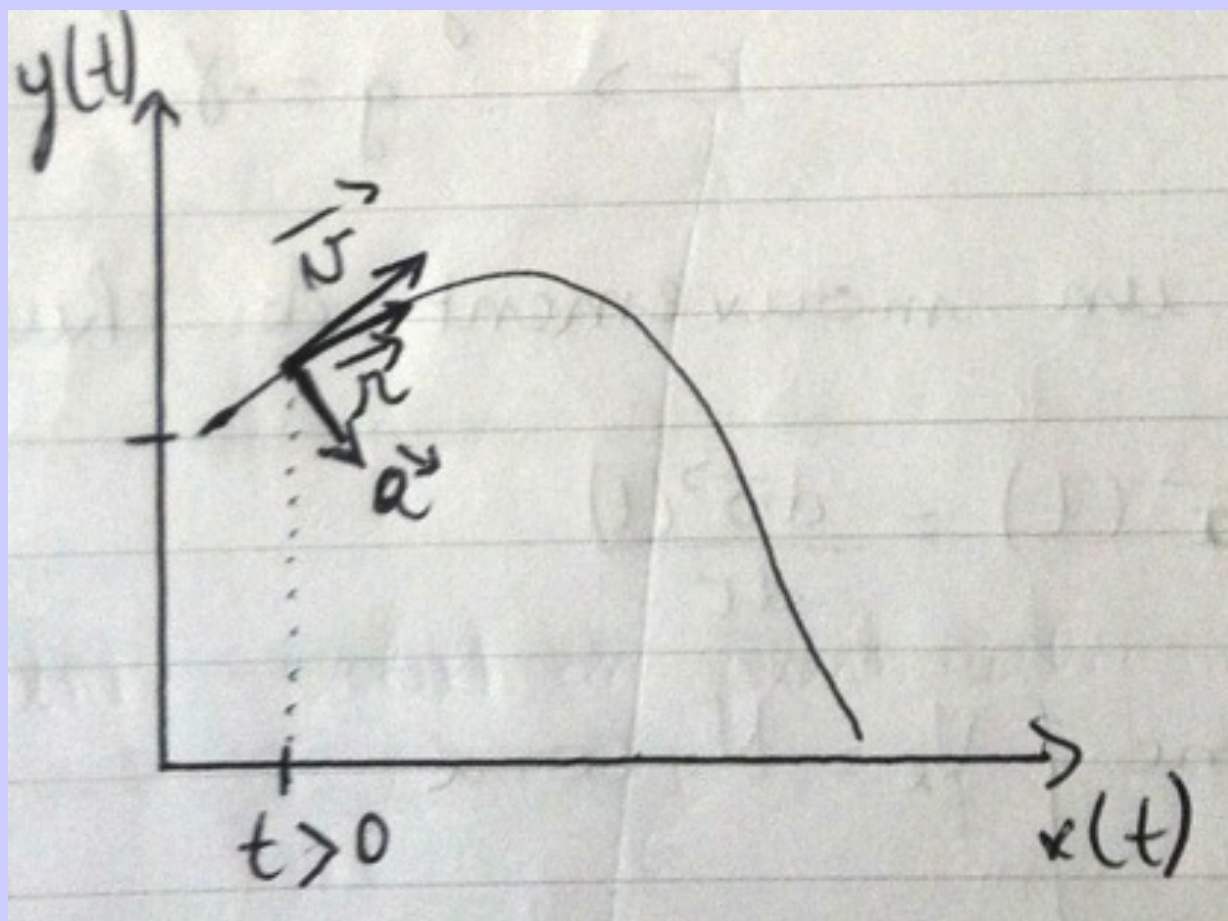
Connaissance erronée du vecteur position.

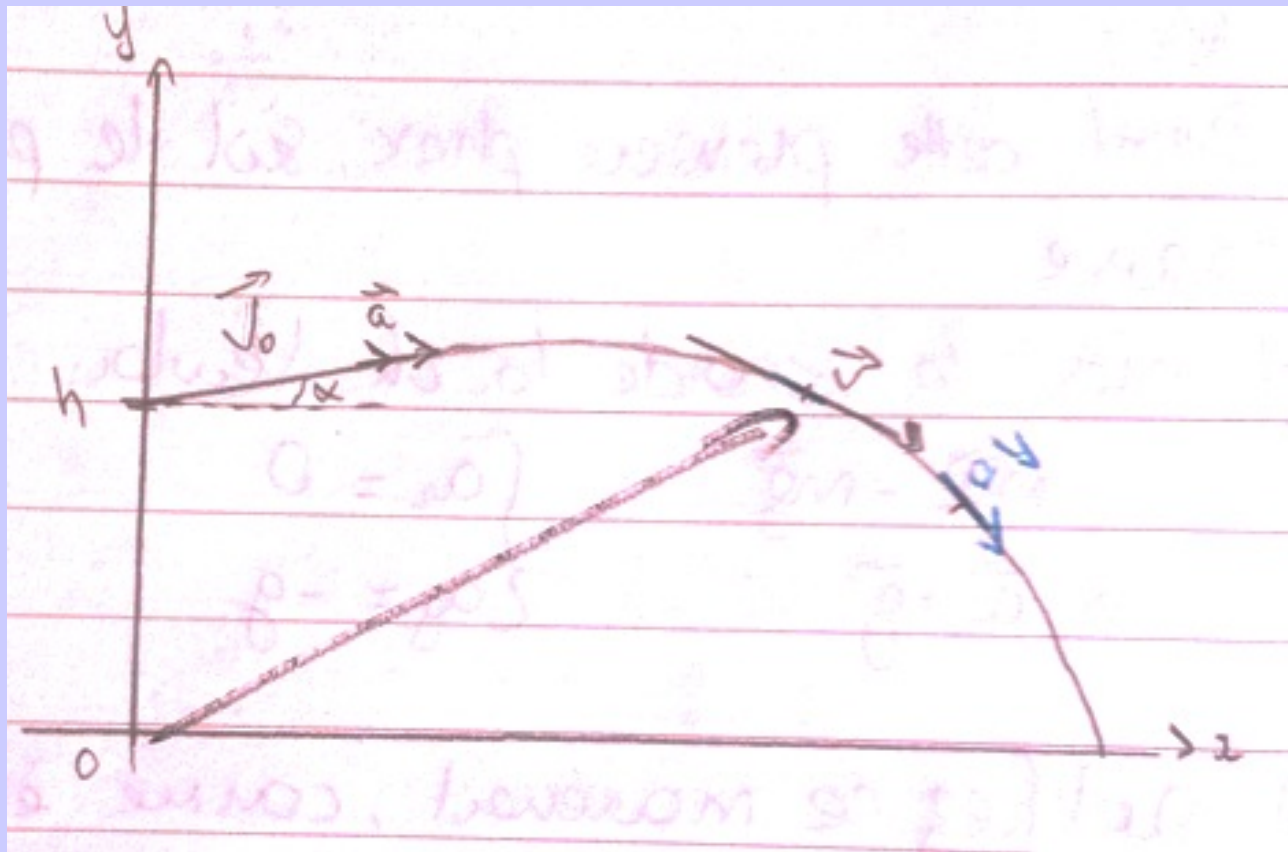
Perspectives

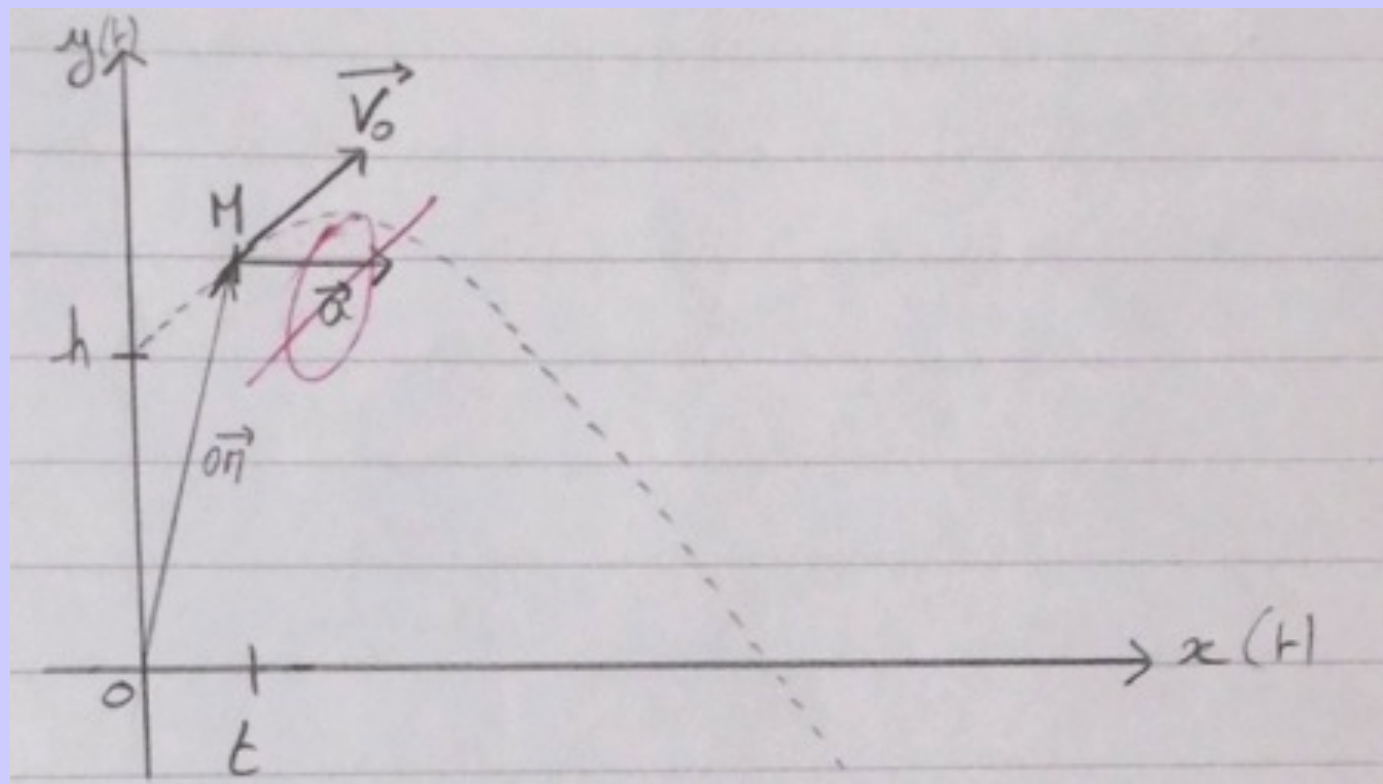
- **La représentation vectorielle** : les étudiants ne se l'approprient pas complètement.
- **La relation $\vec{a} = \vec{g}$ n'est pas prise en compte.**
 - L'accélération n'est pas mise en relation avec la force.
 - L'accélération est mise en relation avec le mouvement.
- **Deux approches de l'accélération**
 - une approche dynamique
 - une approche cinématique

mobilisées dans des contextes différents.

Merci !







		Nombre	%
Trois vecteurs tracés		208	49,4
Aucun vecteur tracé		37	8,8
Un seul vecteur tracé	$\overrightarrow{OM}$	3	9,0
	$\vec{v}$	38	0,7
	$\vec{a}$	4	1,0
Deux vecteurs tracés	$\vec{v}$ et $\vec{a}$	122	29,0
	$\vec{v}$ et $\overrightarrow{OM}$	8	1,9
	$\vec{a}$ et $\overrightarrow{OM}$	1	0,2

Réponses majoritaires : vecteurs vitesse et accélération tracés.

2. Analyse par profils de réponses

Traitement statistique des données

Chaque réponse contient une indication par vecteur.

L'indication correspond à une catégorie :

- le vecteur est correct
- l'erreur sur le vecteur est identifiée de type 1
- l'erreur sur le vecteur est identifiée de type 2
- etc.
- l'erreur n'est pas identifiée (erreur « autre »)
- le vecteur n'est pas tracé

2. Analyse par profils de réponses

Traitement statistique des données

Exemple sur le vecteur vitesse.

Deux types d'erreurs ciblées :

- la direction s'écarte de celle de la tangente à la trajectoire ;
- c'est le vecteur vitesse initiale qui est tracé.

Catégories et effectifs :

correct	erreur t	erreur v0	erreur autre	non tracé
228	46	72	30	45

3. Analyse par types de vecteurs

Erreurs spécifiques

Vecteur position :

C'est le vecteur qui pose le plus de difficultés.

Erreur la plus fréquente : 15% des 421 réponses

La direction privilégiée est la tangente à la trajectoire, c'est le vecteur déplacement qui est tracé.

3. Analyse par types de vecteurs

Erreurs spécifiques

Vecteur vitesse :

C'est le vecteur qui pose le moins de difficultés.

Erreur la plus fréquente : 17% des 421 réponses

Confusion avec le vecteur vitesse initiale.

3. Analyse par types de vecteurs

Erreurs spécifiques

Vecteur accélération :

Confusion avec le vecteur champ de pesanteur 9% des 421 réponses

Erreurs sur la direction :

- vecteur colinéaire au vecteur vitesse 11%
- vecteur perpendiculaire au vecteur vitesse 6%
- direction horizontale 3%

Erreur sur le sens : vecteur vertical vers le haut 3%

*Conceptions : force vers le haut, notion de capital de force
Viennot 1978 / McCloskey 1983*