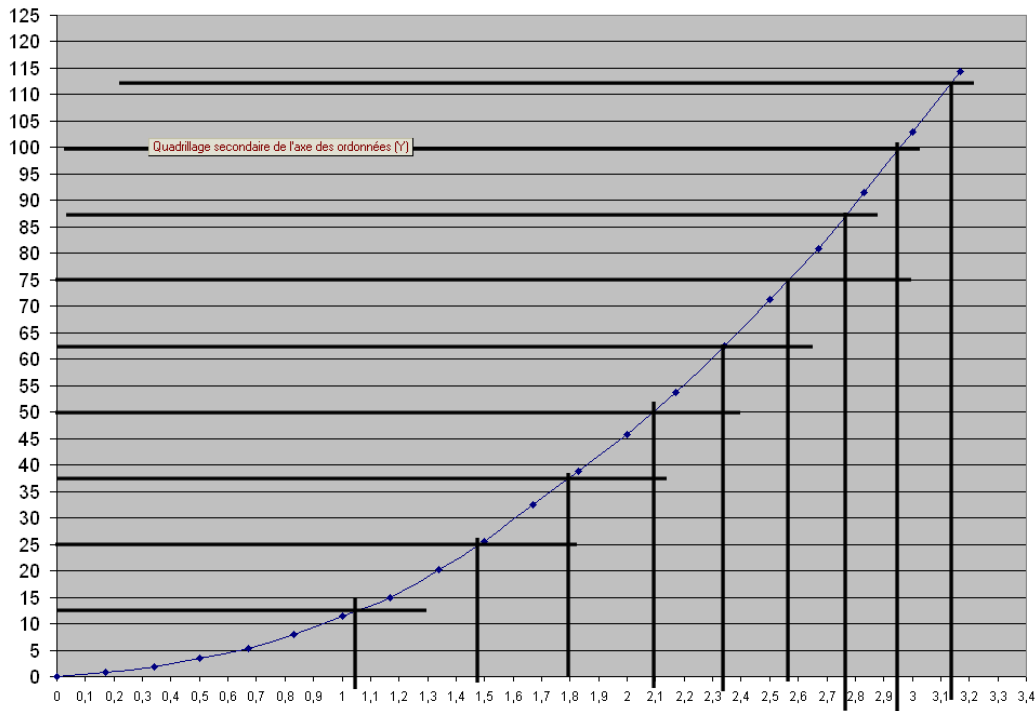


BONUS

La question de l'exploitation de la courbe des vitesses obtenue à partir des données de Mac Queen et Szamboti m'a été posée... Que peut-on conclure de la courbe tracée ?

Nous allons voir d'abord quelle serait la courbe purement théorique, puis nous comparerons avec ce que nous pouvions raisonnablement espérer avec la précision de mesure à disposition.

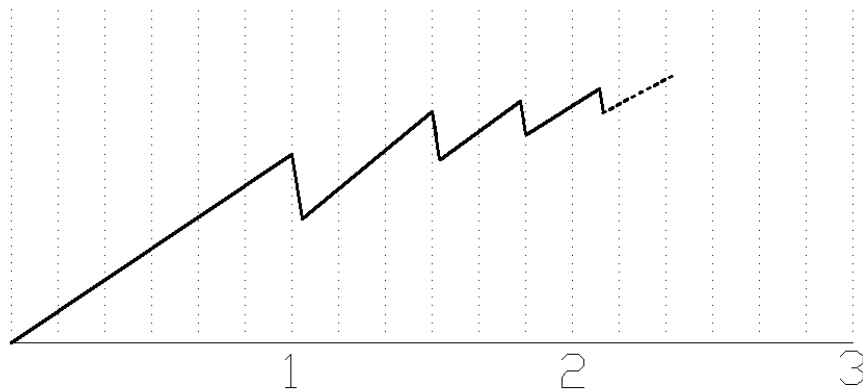
A partir de la courbe des déplacements et compte tenu de la hauteur d'étage (12,5 pieds environ), il est facile de déterminer les temps auxquels ont dû théoriquement se produire les impacts.



1^{er} impact 1.05, puis 1.48, 1.8, 2.1, etc...

J'ai donc reconstruit une courbe des vitesses qui à ces temps là connaît une décélération de 6 g... cela donne la pente de chacun des segments de droites qui est vers le bas. La pente de l'effondrement (droites vers le haut) est prise égale à 0.69 g, c'est la moyenne observée par Mc Queen et Szamboti.

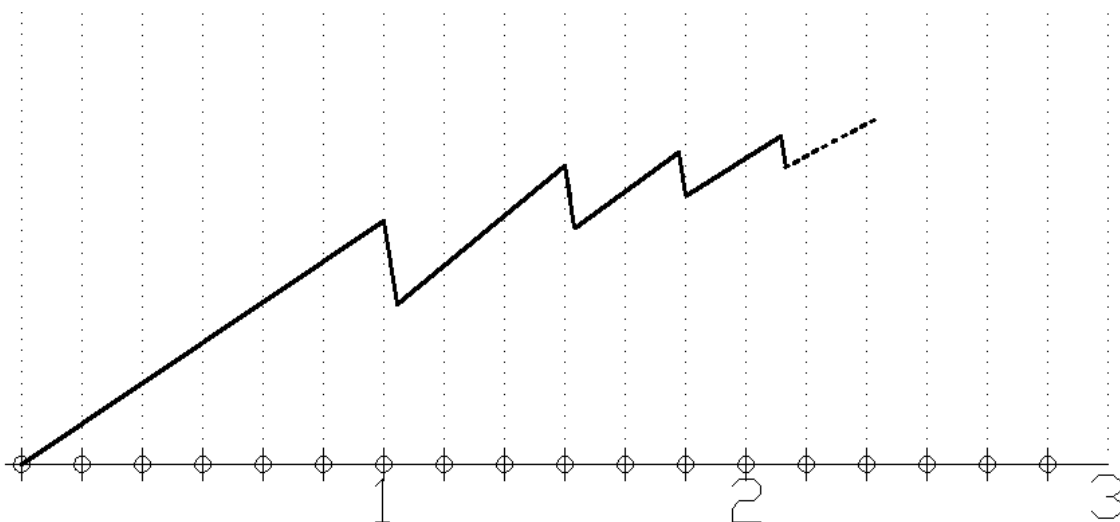
Le tracé est fait sur un logiciel de DAO car c'est beaucoup plus simple que sur Excel.



C'est donc une courbe théorique qui enchaîne la chute du bloc (vers le haut, accélération) et les chocs avec les étages inférieurs (vers le bas, décélération).

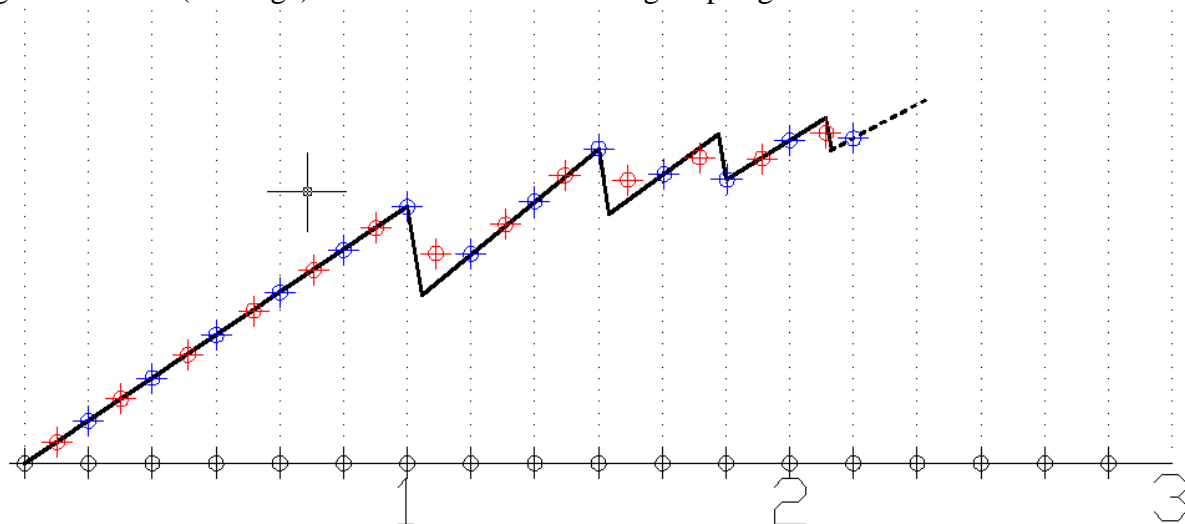
Nous obtiendrions théoriquement cette courbe si nous avions des points de mesure **très rapprochés**. Malheureusement, les points à disposition donnant les distances ne sont fournis que chaque 1/6 de seconde.

Ils apparaissent en noir sur l'axe...

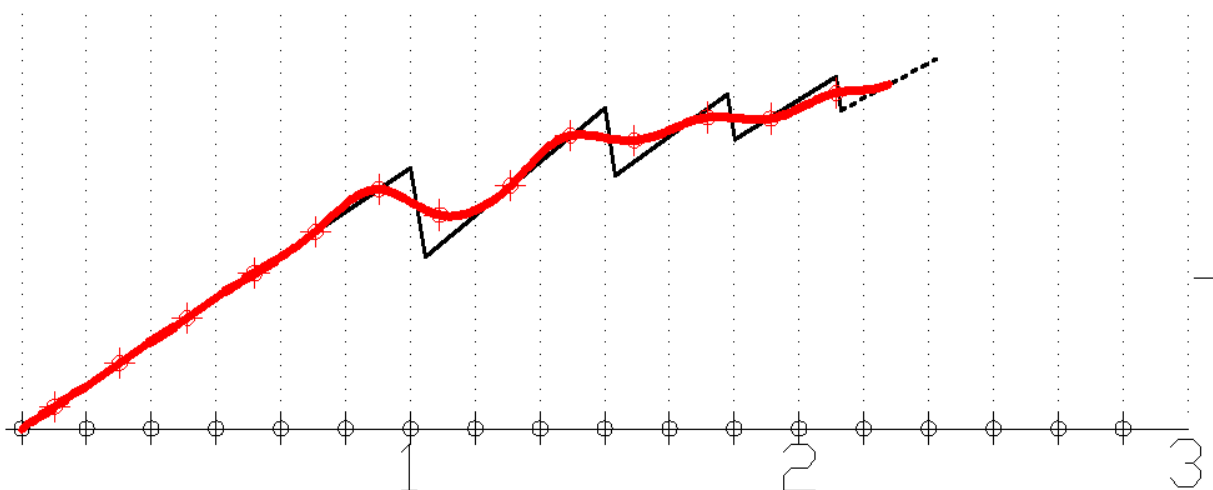


Pour chacun de ces points, nous avons la distance de chute, et connaissant l'intervalle de temps entre ces points ($1/6^{\text{me}}$ de seconde) il est possible de calculer la vitesse moyenne sur un intervalle. C'est ce qui a été fait avec les données de MacQueen et Szamboti (voir PDF par ailleurs).

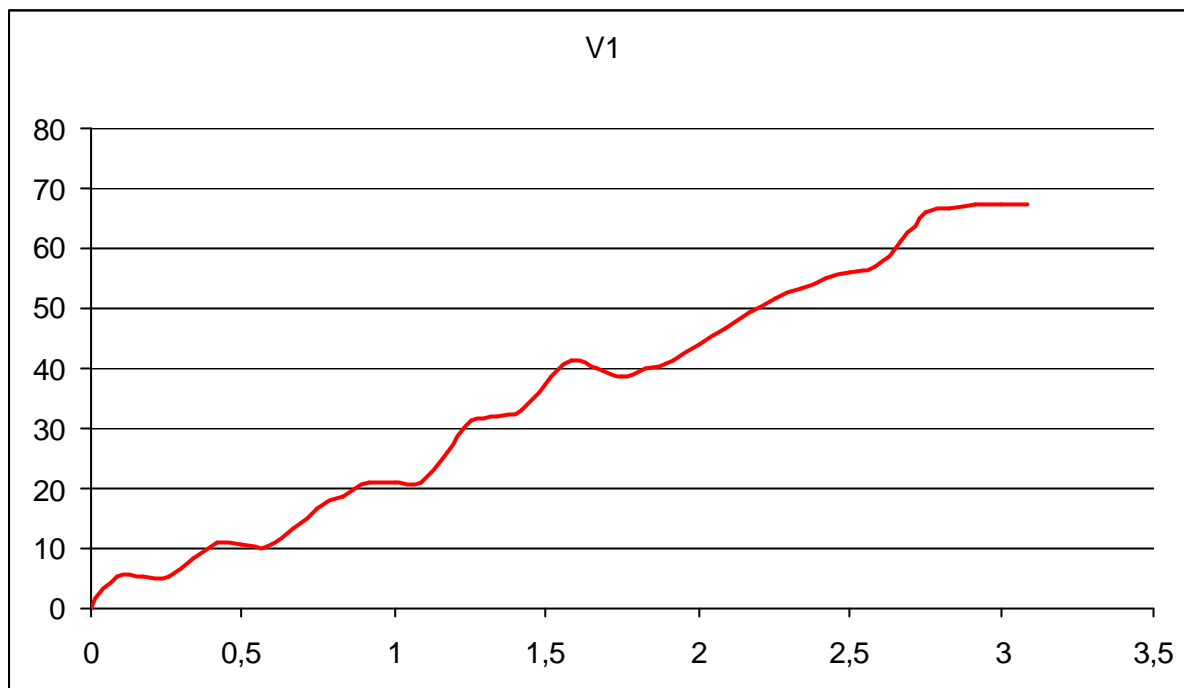
Sur le graphique reconstruit, ces moyennes sont plus difficiles à déterminer (il faudrait faire une intégration pour voir la distance réellement parcourue dans l'intervalle entre deux point bleus)... je les ai positionnées grossièrement (en rouge) l'erreur commise ne changera pas grand-chose à l'allure.



Il est ensuite possible de tracer la courbe qui passe par tous ces points ...



Pour mémoire, la courbe obtenue avec les données des auteurs...



Bien évidemment, la courbe expérimentale n'est pas aussi régulière que la courbe théorique... l'effondrement a été beaucoup plus anarchique qu'un plancher sur l'autre, puis l'autre, puis l'autre, etc...

Rien d'étonnant à ce que cette courbe soit plus irrégulière. Qualitativement, la courbe obtenue est donc **très correcte** par rapport à celle attendue !

Les interprétations quantitatives par contre, seraient beaucoup plus hasardeuses compte tenu de la faible précision des mesures.

Malgré tout, un point intrigant ressort, c'est le fait que les 'escaliers' interviennent bien avant la seconde théorique à partir de laquelle l'effondrement rencontre le premier plancher.

Au départ, je pensais que cela pouvait venir de l'imprécision de la mesure. En fait, en regardant l'effondrement de plus près, on s'aperçoit que le cœur de la tour soumis au poids propre de l'antenne a commencé à descendre **une fraction de seconde** AVANT la partie périphérique.

Visible sur cette vidéo : <http://www.bastison.net/ZIDEOS/Chute.wmv>.

C'est un phénomène qui est aussi apparu dans la modélisation qu'a proposée Matthys Lévy lors de sa conférence en 2004 au congrès IASS de Montpellier : <http://www.bastison.net/ZIDEOS/Levy.wmv>.

Or, comme la prise de distance est faite par les auteurs sur un élément situé *en haut de la façade*, cela pourrait expliquer pourquoi le premier impact survient après quelques dixièmes de secondes seulement de chute.

Ceci est une hypothèse bien sûr et pas une affirmation. Mais la courbe expérimentale correspond tellement bien à ce que nous pouvions attendre de la théorie de Bazant que cette interprétation est tentante.

Quoiqu'il en soit, nous pouvons dire que le travail effectué par McQueen et Szamboti n'a pas été mené aussi loin qu'ils auraient pu et surtout sans la rigueur nécessaire à un tel travail. C'est bien dommage !

S'ils étaient allés justement au bout de leur logique, ils auraient vu que, **contrairement à ce qu'ils ont voulu démontrer un peu trop rapidement, cette vidéo et les données qu'ils en ont extraites corroborent sans équivoque possible la théorie de Bazant et du Nist.**

Ajout : Les données

Distances (recalculées par intégration de la courbe de vitesse théorique en noir).

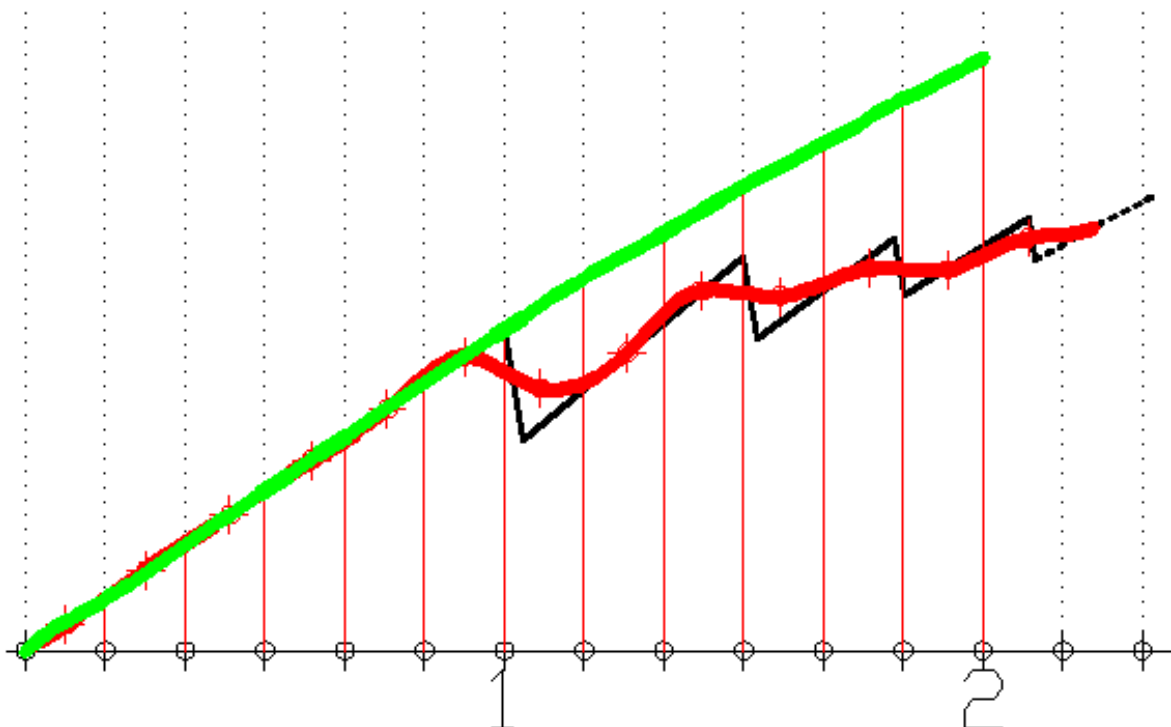
Vous pourrez vérifier qu'on obtient bien la courbe rouge en calculant dans chaque intervalle les vitesses moyennes

Temps	Distance
0,000	0
0,167	0,009
0,333	0,038
0,500	0,085
0,667	0,15
0,833	0,234
1,000	0,336
1,166	0,421
1,333	0,524
1,500	0,65
1,666	0,77
1,833	0,904
1,999	1,034

Et donc les vitesses suivant la première méthode McQueen Szamboti (mais qui a été abandonnée depuis !!)

Temps	Distance	Accélération Moyenne	Vitesse recalculée
0,000	0	0	0
0,167	0,009	0,6481	0,108
0,333	0,038	0,685	0,222
0,500	0,085	0,680	0,335
0,667	0,15	0,675	0,448
0,833	0,234	0,674	0,560
1,000	0,336	0,672	0,672
1,166	0,421	0,618	0,775
1,333	0,524	0,589	0,873
1,500	0,65	0,578	0,970
1,666	0,77	0,554	1,062
1,833	0,904	0,538	1,152
1,999	1,034	0,517	1,238

En superposant les graphes, on voit que Mac Queen et Szamboti (en vert) passent complètement à côté du phénomène avec leur première méthode !!!! Et c'est pour ça qu'ils en ont changé !!!



t_i	d_i	$a_i=2 \cdot d_i/t_i^2$ (McQueen)	$v_i=v_{i-1}+a_i \cdot (t_i-t_{i-1})$ (McQueen)	$V^{(t_i+t_{i-1})/2} = (d_i-d_{i-1})/(t_i-t_{i-1})$
0	0	0,00	0,00	0,00
0,083				0,54
0,167	0,09	6,45	1,08	
0,25				1,75
0,333	0,38	6,85	2,22	
0,416				2,81
0,5	0,85	6,80	3,35	
0,583				3,89
0,667	1,5	6,74	4,48	
0,75				5,06
0,833	2,34	6,74	5,60	
0,916				6,11
1	3,36	6,72	6,72	
1,083				5,12
1,166	4,21	6,19	7,75	
1,249				6,17
1,333	5,24	5,90	8,73	
1,416				7,54
1,5	6,5	5,78	9,70	
1,583				7,23
1,666	7,7	5,55	10,62	
1,749				8,02
1,833	9,04	5,38	11,52	
1,916				7,83
1,999	10,34	5,18	12,38	

(l'ensemble des données a été multiplié par 10 car j'avais travaillé au départ avec g comme unité)

