

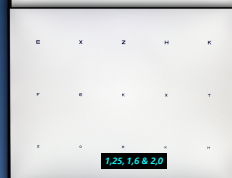
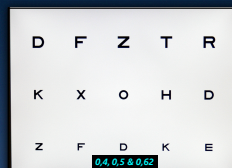


Physiologie de l'acuité visuelle

Alain Pêchereau



Echelle d'Acuité Visuelle



Parinaud 2 = X/10 ?

TEST OPTOMÉTRIQUE d'après PARINAUD
Distance de lecture : 33 centimètres

2

Satan n'eut encore rien et se fâcha tout à fait. Il reprit ses prés et ses labours et resta sourd à toutes les ouvertures nouvelles de son voisin. Une année entière s'écoula. Du haut de son manoir isolé, Saint Michel regardait la terre lointaine et féconde, et voyait le diable dirigeant les travaux, rentrant les récoltes, battant les graines. Ne pouvant plus duper Satan, il résolut de s'en venger, et il fallut prier à dîner pour le lundi suivant. "Tu n'as pas été heureux dans tes affaires avec moi", disait-il, "je le sais ; mais je ne veux pas qu'il reste de rancune entre nous, et je compte que tu viendras dîner avec moi. Je te ferai manger de bonnes choses." Satan, aussi gourmand que paresseux, accepta bien vite.

Parinaud 1,5 = X/10 ?



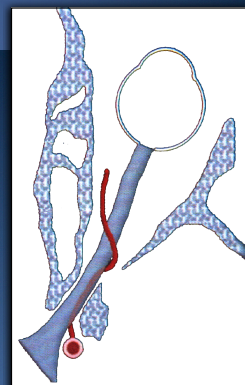
Les propriétés de l'œil

- L'Acuité Visuelle
- Le Champ Visuel
- La Vision Nocturne
- La Vision des Couleurs
- La Vision Stéréoscopique
- La Motilité Oculaire
- Quelques chiffres
- 23 mm de diamètre
- 130 millions de bâtonnets
- 6,5 millions de cônes
- 1,2 million de fibres (nerf optique)
- 6 muscles oculomoteurs



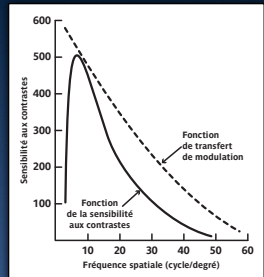
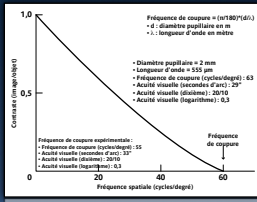
Nerf optique

- 1 200 000 fibres
- Nerf auditif : 12 000
- Motilité de l'œil

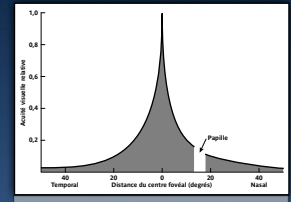
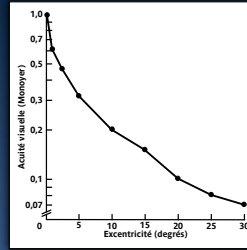




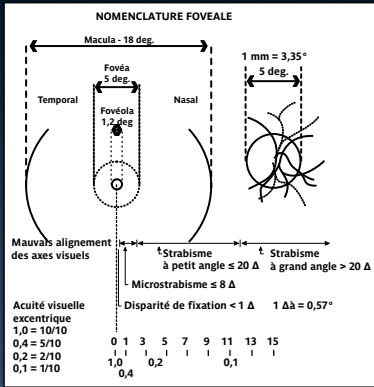
Fonction de transfert de modulation



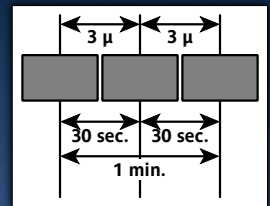
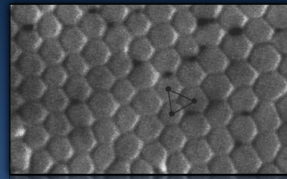
Acuité visuelle et excentration



Acuité visuelle et excentration



Cones et acuité visuelle



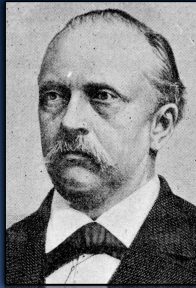
La mesure de l'acuité visuelle

- Théorique
 - L'écart entre les cônes : 3 microns
 - Maximum d'acuité visuelle : 30 secondes d'arc
 - Acuité visuelle théorique maximum : 20/10
- Progression logarithmique



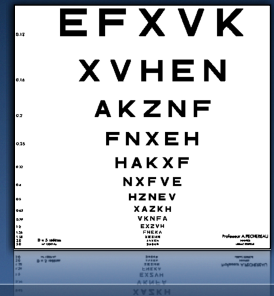
Hermann von Helmholtz (1 821-1 894)

- Helmholtz remarquait déjà que si un fabricant d'optique en polissait d'aussi mauvaise qualité, il ferait vite faillite. On pourrait s'étonner qu'avec un instrument aussi médiocre, on puisse y voir si bien. En fait, l'image n'est que le point de départ de toute une série de processus nerveux, de traitements pour employer le terme qui convient, destinés à construire une représentation stable, riche, dépourvue d'aberrations et sans lacune du monde visuel qui nous entoure. (M. Imbert, Le traité du cerveau, 2 006)

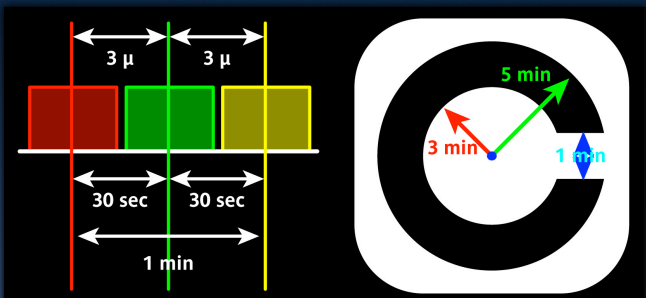


L'isoacuité

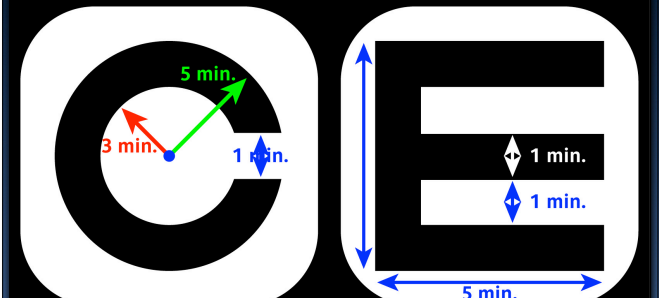
- Définition objective → la même acuité aux deux yeux
 - L'isoacuité est l'isoacuité, c'est-à-dire l'acuité visuelle maximum avec une échelle logarithmique dont la ligne de performance maximum est log 0,3 (logMAR : -0,3 ; 20/10)
 - Une différence de 2 lignes est une amblyopie. 1 ligne est la tolérance maximum.



La mesure de 10/10 (1 minute d'arc)



La mesure de 10/10 (1 minute d'arc)



Mesure de 1/10 (10 minutes d'arc)





Le type de progression

- « Les seuils obtenus avec une méthode psychophysique rigoureuse donnent non seulement une valeur moyenne de l'angle de résolution mais aussi une déviation-standard à la moyenne. Un tel nombre permet de conclure que ce seuil est statistiquement différent d'une situation à l'autre. Il a été montré que la déviation-standard de l'angle minimum de résolution reste approximativement une proportion constante à la moyenne (loi de Weber). »

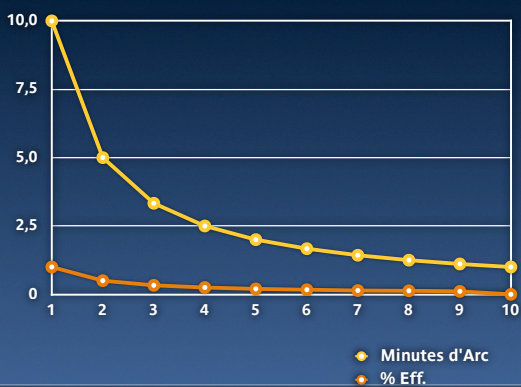


Le type de progression

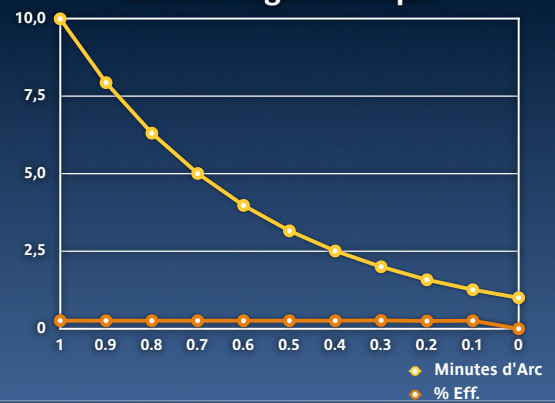
- Étude rigoureuse des seuils
 - Moyenne : angle de résolution
 - Écart-type
- Éviter le chevauchement des populations
- Écart-type = proportion constante de la moyenne (loi de Weber)
- Progression logarithmique → seule progression permettant d'éviter le chevauchement



Echelle de Monoyer



Echelle logarithmique

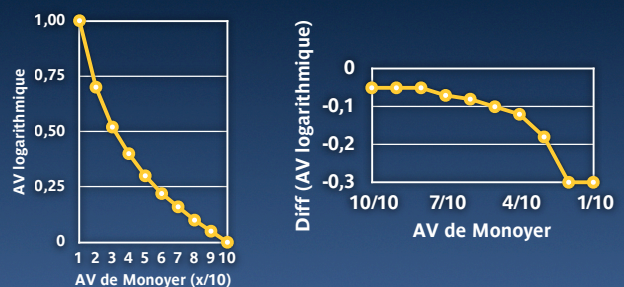


La mesure concrète

- Échelle groupée ≠ échelle séparée
 - Les projecteurs de test ?
 - Les échelles papier
 - Distance entre les lettres
 - Distance entre les lignes
- Acuité visuelle groupée < séparée
- Échelle d'acuité visuelle atteignant 20/10
 - Progression logarithmique
 - Acuité visuelle groupée
 - De loin et de près
 - Le type d'optotypes : ?

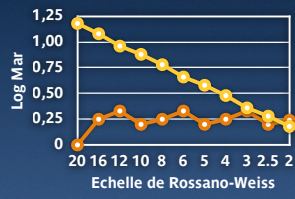
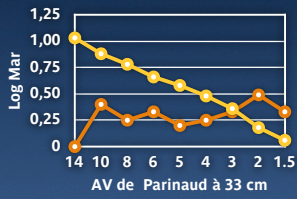


Acuité Visuelle de loin (Monoyer)

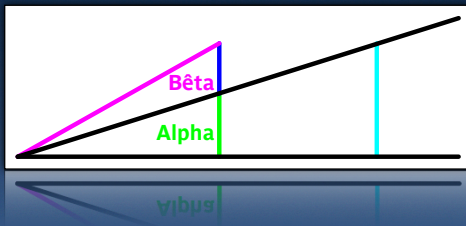




Les échelles de Parinaud & Rossano-Weiss



Le problème de la distance

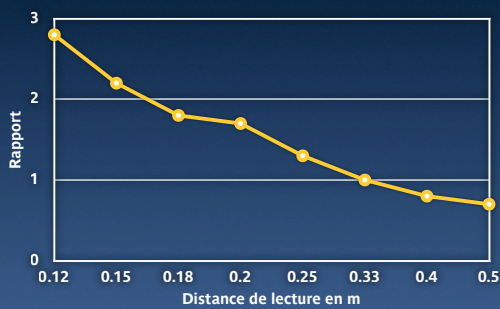


Le problème de la distance

- Étude de quelques cas
- Distance de lecture moyenne (enfants) \approx 18 cm
- Certains enfants = 12 cm



La distance de lecture – Le rapport



La distance de lecture – Le rapport

Distance	0,12	0,15	0,18	0,2
Rapport	2,8	2,2	1,8	1,7

Distance	0,25	0,33	0,4	0,5
Rapport	1,3	1	0,8	0,7



La distance de lecture

AV Près	1,5	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20
0,12	4	6	8	11	14	17	22	28	33	39	44	55
0,15	3	4	7	9	11	13	18	22	26	31	35	44
0,18	3	4	6	7	9	11	15	18	22	26	29	37
0,2	2	3	5	7	8	10	13	17	20	23	26	33
0,25	2	3	4	5	7	8	11	13	16	18	21	26
0,33	1,5	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20
0,5	1	1	2	3	3	4	5	7	8	9	11	13



La distance de lecture

AV Près	8	10	12	14	16	20
0,12	22	28	33	39	44	55
0,15	18	22	26	31	35	44
0,18	15	18	22	26	29	37
0,2	13	17	20	23	26	33
0,25	11	13	16	18	21	26
0,33	8	10	12	14	16	20
0,5	5	7	8	9	11	13



Table de concordance entre la notation décimale (Monoyer) et la notation logarithmique

Minutes d'Arc	AV en /10	AV Log	Minutes d'Arc	AV en /10	AV Log
100	0,1	-2	2,5	4	-0,4
20	0,5	-1,3	2	5	-0,3
10	1	-1	1,67	6	-0,22
7,94	1,3	-0,9	1,58	6,3	-0,2
6,31	1,6	-0,8	1,43	7	-0,16
5	2	-0,7	1,25	8	-0,1
3,98	2,5	-0,6	1,11	9	-0,05
3,33	3	-0,52	1	10	0



Table de concordance entre la notation de près, la notation décimale et la notation logarithmique

Parinaud à 0,33 m	Rossano à 0,33 m	10/10 à (X m)	Minutes d'Arc	Eq. Monoyer	AV Log
	20	5	15,2	0,06	-1,18
	16	4	12,1	0,08	-1,08
14		3,5	10,6	0,09	-1,03
	12	3	9,1	0,11	-0,96
10	10	2,5	7,6	0,13	-0,88
8	8	2	6,1	0,16	-0,78
6	6	1,5	4,5	0,22	-0,66
5	5	1,25	3,8	0,26	-0,58
4	4	1	3,1	0,33	-0,48
3	3	0,75	2,3	0,44	-0,36
2	2	0,5	1,5	0,66	-0,18
1,5		0,375	1,1	0,88	-0,06



Conversion entre acuité visuelle décimale et acuité visuelle logarithmique

- D'un point de vue mathématique, conversion facile à réaliser
- Valeur en logarithme est obtenue par le logarithme en base 10 de la valeur de l'acuité visuelle décimale ($1/10 = 0,1$; $\log_{10}(0,1) = -1$).
- Une incertitude





Conversion entre acuité visuelle décimale et acuité visuelle logarithmique

- Si un patient a bien répondu pour une ligne de 1/10 et n'a pas répondu à une ligne de 2/10, la conversion logarithmique donne une réponse de -1, alors que ce patient aurait pu répondre de façon adéquate pour -0,9 et -0,8. L'incertitude initiale que nous avons notée pour les faibles acuités visuelles lorsqu'une échelle décimale est utilisée risque, de ce fait, d'induire une erreur. Il en est de même dans les hautes échelles d'acuité visuelle, l'excès de précision risque de montrer des différences qui n'en sont que des artifices liés à la méthode de mesure.

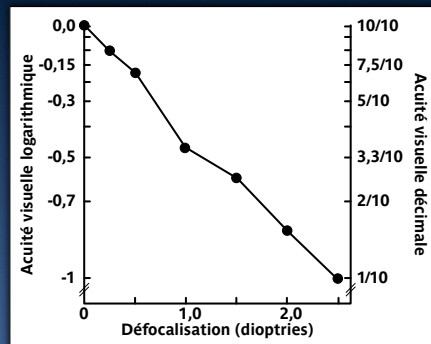


Conversion entre acuité visuelle décimale et acuité visuelle logarithmique

- Sur le fond cette transformation est une erreur conceptuelle.
- La mesure de l'acuité visuelle est le fait de classer une variable quantitative en une variable qualitative (dec ou log).
- Transformer cette variable qualitative (dec ou log) dans une autre variable qualitative (log ou dec) est toujours très approximatif sauf si $\log = \text{dec}$.
- Transformer de nouveau cette variable qualitative en une variable quantitative est un acte incertain.



Acuité visuelle & amétropies



Le développement de l'acuité visuelle

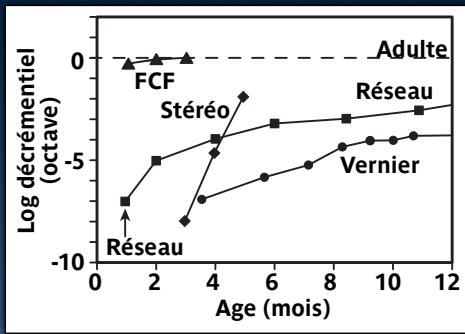


Maturation rétinienne

- A la naissance : 1/20
- Raisons corticales
- Raisons rétiniennes
 - Immaturité des cônes fovéolaires
 - Faible densité des cônes fovéolaires 18 000/mm² < facteur 10 à l'adulte (180 000/mm²)
- 4 ans : 100 000/mm²
- 5 à 7 ans : adulte



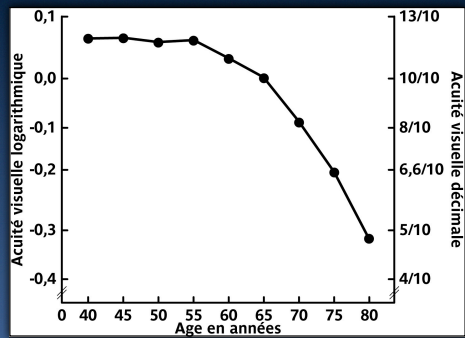
Développement de la fonction visuelle



Evolution de l'acuité visuelle



Evolution de l'acuité visuelle



Evolution de l'acuité visuelle

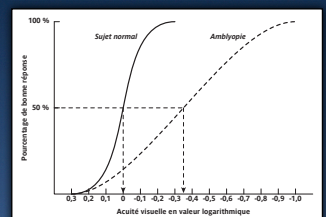


Acuité visuelle et amblyopie



L'amblyopie

- Effet « crowding »
- Étalement des réponses





Conclusion

- Conséquences physiologiques de l'anatomie
- Bases théoriques de l'acuité visuelle
- Quelle type de progression choisir ?
- Distance et acuité visuelle de près
- Concordance entre les échelles de mesure
- Acuité visuelle et amétropies