

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ  
ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ  
ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΚΩΝ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

---

ΔΡ ISABELLE BAUSTERT-ΧΡΥΣΑΝΘΟΥ,  
ΙΑΤΡΟΦΥΣΙΚΟΣ,  
ΓΕΝΙΚΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ ΛΕΥΚΩΣΙΑΣ

# Setting the scene for QC protocols

---

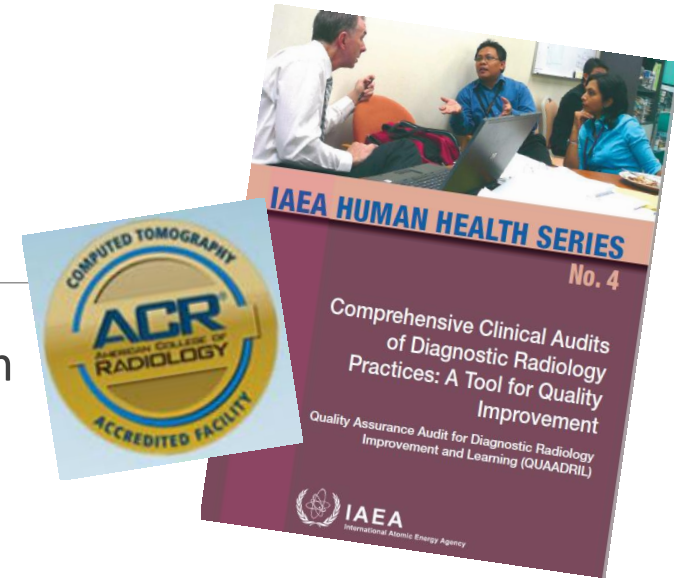
From a medical physicist's point of view

We are looking at the whole life cycle of an equipment:

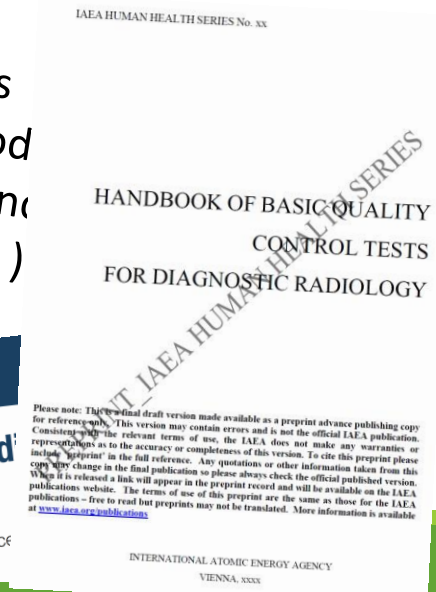
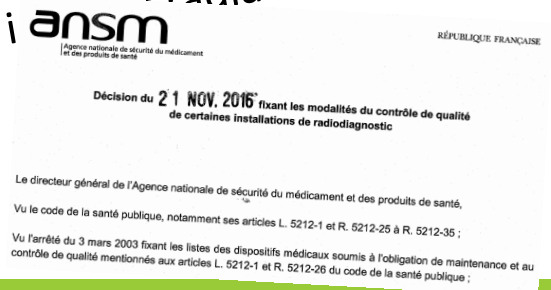
- Choosing an equipment
- Commissioning
- Using
- Decommissioning

# Choosing a system

Define the technical specifications taking into account requirements from governments or agencies, health insurance, quality labels



Legislation on electrical, magnetic, radiation safety  
 Agency Guidelines (e.g. in England Cod practice and guidance)  
 IAEA QC Handbook



Health Insurance Requirements e.g. in Germany for each system there are minimum specifications that will allow reimbursement

1. Mammographie (EBM Nr. 34270)	
Aufnahmen der Mamma in mindestens 2 Ebenen	
1.1	<b>Aufnahmegesetz</b> Mammographieeinrichtung mit analogem Bildempfänger (Film-Folien-System) oder digitalem Bildempfänger (Speicherfolien-System, integriertes System).
1.2	<b>Generator</b> Konvertergenerator, Gleichspannungsgenerator; Röhrenspannung mindestens von 25 - 35 kV regelbar.
1.3	<b>Brennfleck</b> Brennfleck-Nennwert $\leq 0,3$ bei analogen Systemen und $\leq 0,4$ bei digitalen Systemen.
1.4	<b>Orts- und Kontrastauflösungsvermögen</b> Für Mammographieeinrichtungen mit analogem Bildempfänger Anforderungen nach der Richtlinie für Sachverständigenprüfungen nach der Röntgenverordnung (SV-RL) und Qualitätssicherungs-Richtlinie (QS-RL). Für Mammographieeinrichtungen mit digitalem Bildempfänger Anforderungen nach Nr. 8.1 PAS 1054.
1.5	<b>Ausfall von Detektorelementen, Artefakte</b> Herstellerübergreifende Anforderungen bei integrierten Systemen nach Nr. 8.5.1.2 PAS 1054. Maximaler Wert für den Unbestimmtheitsindex 0,15 Prozent, empfohlen 0,075 Prozent. Prüfung auf Artefaktfreiheit bei Film- oder gewebliche Zusammensetzung der Mamma durch geeignete Kombinationen von Röhrenspannung, Anoden- oder Filtermaterialien nach Nr. 7.10.1 PAS 1054.
1.6	<b>Strahlenqualität</b> Möglichkeit der Anpassung der Strahlenqualität an Kompressionsstichtiefen auf dem Buckytablett.
1.7	<b>Geometrie</b> Abstand Brennfleck-Bildempfänger $\geq 600$ mm.

Ersatz für  
DIN V 6868-58:20

Betrieb  
n  
ung

Radiography, Fluoroscopy, and Dental

Parameter	RQ	Range	Inaccuracy	Resolution
kVp (standard) W / 3 mm Al	R1	35 – 160 kV	±1.5 %	4 digits (10 or 100 V)
kVp dental W / 3 mm Al	R1	35 – 105 kV	±1.5 %	As above
Irradiation time		0.1 ms – 2000 s 1 – 65535 pulses	±1 % or ±0.5 ms ±1 pulse	0.5 ms 1 pulse
Air kerma (Dose) <sup>2</sup>		0.7 µGy – 1000 Gy	±5 %	–
with wide range option (WR)		15 nGy – 1000 Gy (2 µR – 100 kR)		
Air kerma rate <sup>2</sup> (Dose rate) with wide range option (WR)		10 µGy/s – 450 mGy/s <sup>3</sup> 15 nGy/s – 450 mGy/s <sup>3</sup> 1.7 µR/s – 50 R/s 0.1 mR/min – 3000 R/min	±5 % or ±7 nGy/s ±5 % or ±0.8 µR/s ±5 % or ±0.05 mR/min (for Irr. time >20 ms)	Typ. noise: 3 nGy/s
-Free run -High Sensitivity -Low Sensitivity		15 nGy/s – 12 mGy/s <sup>2</sup> 150 nGy/s – 12 mGy/s <sup>2</sup> 25 µGy/s – 450 mGy/s <sup>2</sup>	±5 % or ±7 nGy/s ±5 % or ±7 nGy/s ±5 % or ±0.1 µGy/s	Typ. noise: 3 nGy/s
Estimated total filtration		1.0 – 90 mm Al (full kV range)	±10 % or ±0.3 mm ±15 % >50 mm Al (60 – 120 kV, HF/DC, >10 µGy/s)	2 digits (0.1 or 1 mm)
Quick-HVL		1.2 – 14 mm Al <sup>4</sup> (35 – 150 kV, TF=1-45 mmAl)	±10 % or ±0.2 mm (60 – 120 kV, HF/DC, >10 µGy/s) <sup>1</sup>	3 digits (0.01 or 0.1 mm)

INTERNATIONAL  
STANDARD

για τα προ  
συσ

Medical elect  
Characteristi  
Part 1: Deter  
efficiency

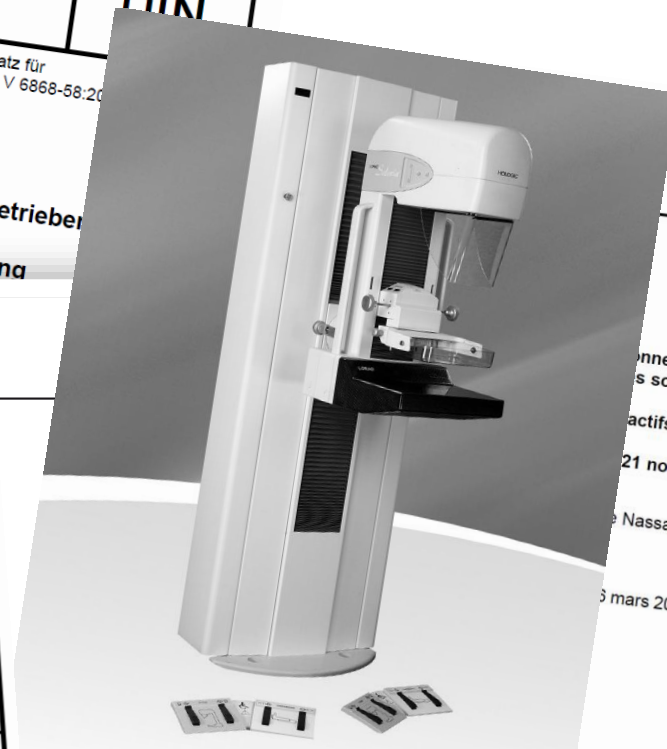
ns  
ence nationale de sécurité du médicament  
des produits de santé

Décision du 21 NOV. 2016\* fixant les modalités  
de certaines installations de radiodiagnostic

général de l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé,  
de la santé publique, notamment ses articles L. 5212-1 et R. 5212-25 à R. 5212-35 ;

du 3 mars 2003 fixant les listes des dispositifs médicaux soumis à l'obligation de maintenance et au  
qualité mentionnés aux articles L. 5212-1 et R. 5212-26 du code de la santé publique ;

protection sanitaire  
exposition aux rayonnements ionisants et abrogeant  
90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom et



LORAD  
Selenia

Quality Control Manual  
MAN-00523  
Periodic  
Studies

ASHA Special Interest Division 13, Swallowing and Swallowing  
Disorders (Dysphagia)

Approved Code of Practice and guidance

Guidelines  
Language Pathologists  
oscopic Swallowing

OFFICIEL



MÉMORIAL A  
N° 389 du 7 juin 2019

onnes contre les dangers résultant de l'exposition aux  
sources de rayonnements ionisants contre les actes  
actifs, du transport de matières radioactives et de  
21 novembre 1980 portant organisation de la Direction  
Nassau,  
3 mars 2019 et celle du

Κωδικός/Εκδ.	Ημ/νία	Αναθεώρηση	Σύνταξη	Επιβλεψη
1QCMM/1	10/2020	6/23	Γ. Κοκονά	Ν. Παπαδόπουλος/Π. Α. Καπλάνης

**ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ  
ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΚΩΝ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

Κωδικός/Εκδ.	Ημ/νία	Αναθεώρηση	Σύνταξη	Επιβλεψη
3QCPCT/1	06/2021	06/2023	Γ. Μενοίκου	Ν. Παπαδόπουλος/Π. Α. Καπλάνης

**ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑΣ (CT)**

**12 PROTOCOLS IN TOTAL FOR ALL THE MODALITIES**

Κωδικός	Ημ/νία	Αναθεώρηση	Σύνταξη	Επιβλεψη
5AQCPDDR	10/2020	1/23	Ι. Χρυσάνθου	Ν. Παπαδόπουλος

**ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΕΛΕΓΧΩΝ  
ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
(DDR)**

Παράμετρος Ελέγχου	Σκοπός	Όργανα μετρήσεων και ομοιώματα	Στοιχεία Ελέγχου	Περιγραφή Ελέγχου	Αποδεκτά Όρια	Συχνότητα	Σχόλια
<b>Έλεγχος λυχνίας και γεννήτριας</b>							
Μέτρηση ακρίβειας χρόνου (Measuring time accuracy)	Απόκλιση της μετρούμενης τιμής χρόνου από την ονομαστική τιμή.	Πολύμετρο ακτινοβολίας ή Όργανο μέτρησης χρόνου έκθεσης	<b>7 εκθέσεις</b> kVp: σταθερή τιμή τάσης (πχ.80kVp) mAs: σταθ. (>1mAs) Χρόνοι έκθεσης: 1. $t = < 10 \text{ ms}$ (2 φορές) 2. $t = 10 \text{ ms}$ 3. $t = 10-100 \text{ ms}$ (2 φορές) 4. $t = 100 \text{ ms}$ $t = > 100 \text{ ms}$	-Να πραγματοποιηθούν 7 εκθέσεις για σταθερή τιμή τάσης λυχνίας και σταθερά mAs με διαφορετικούς χρόνους έκθεσης.	Απόκλιση μεταξύ μετρούμενης και ονομαστικής τιμής: $t < 10 \text{ ms}$ : $\leq \pm 2\text{ms}$ $10 \leq t \leq 100$ : $\pm 5\text{ms}$ $t > 100\text{ms}$ : $< \pm 5\%$	ΑΣ/Εξαμηνιαία	
Μέτρηση επαναληψιμότητας χρόνου (Measuring time repeatability)	Απόκλιση από τη μέση τιμ (%SD, τυπική απόκλιση)	Πολύμετρο ακτινοβολίας ή Όργανο μέτρησης χρόνου έκθεσης	<b>5 εκθέσεις</b> kVp=σταθερή τιμή τάσης (πχ 80kVp) ms= σταθερή τιμή χρόνου (επιλέγεται μια τιμή χρόνου κλινικά εφαρμοζόμενη)	Επιλέγεται σταθερή τιμή τάσης και χρόνου και πραγματοποιούνται 5 εκθέσεις. Υπολογίζεται η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση.	SD $\leq\pm 5\%$		
Έλεγχος μέτρησης παροχής ακτινοβολίας και απόκλιση από την	Αξιολόγηση της καταλληλότητας της παροχής.	Πολύμετρο ακτινοβολίας ή Κατάλληλο	Απόσταση λυχνίας-τραπέζι: 1m kVp: σταθερή τιμή τάσης (πχ. 80kVp)	-Να μετρηθεί η παροχή ακτινοβολίας για σταθερή τιμή τάσης λυχνίας, με	(80 kVp): 43-52 $\mu\text{Gy/mAs}$ και	ΑΣ/Εξαμηνιαία	

# Why assessing the performance of our system

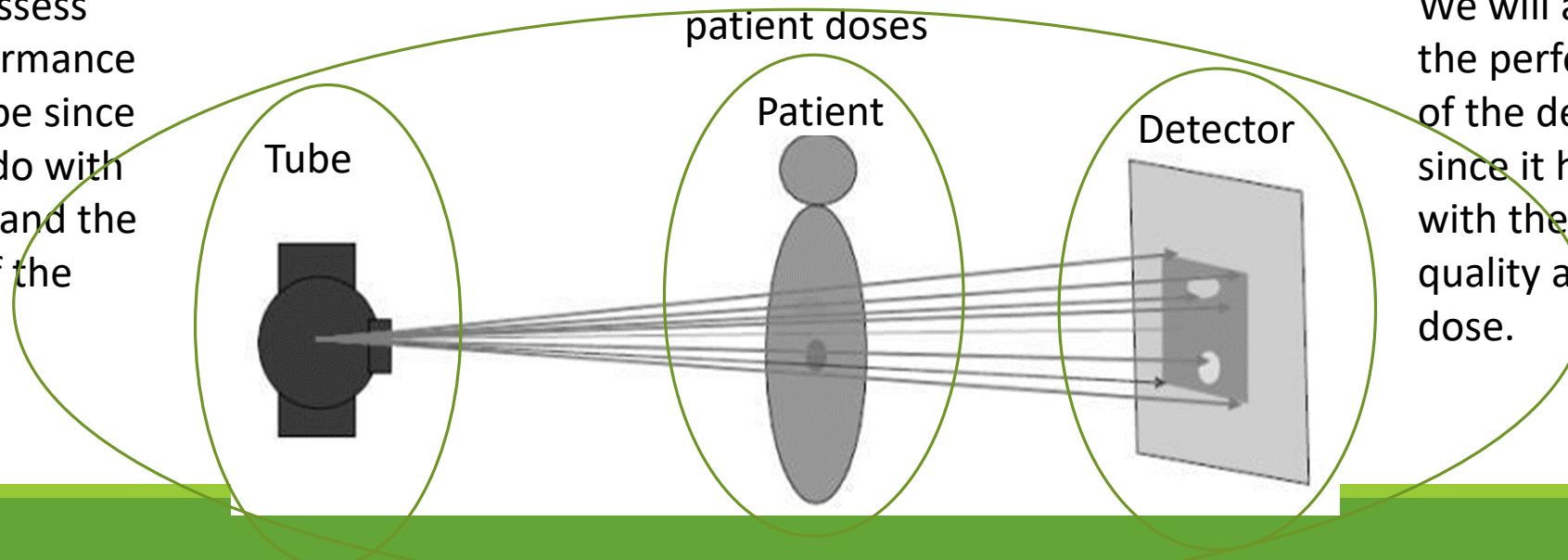
OVERARCHING GOAL: TO IMPROVE THE SAFETY AND EFFICIENCY OF MEDICAL IMAGING

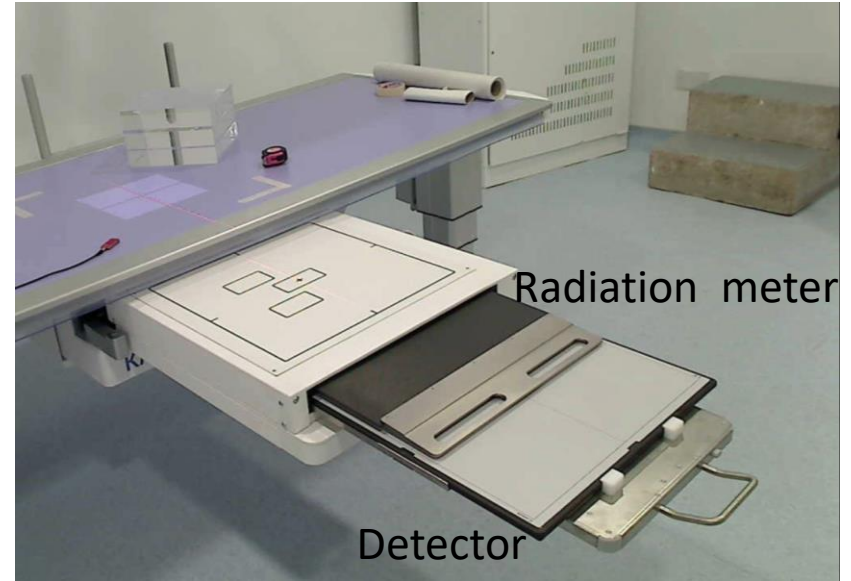
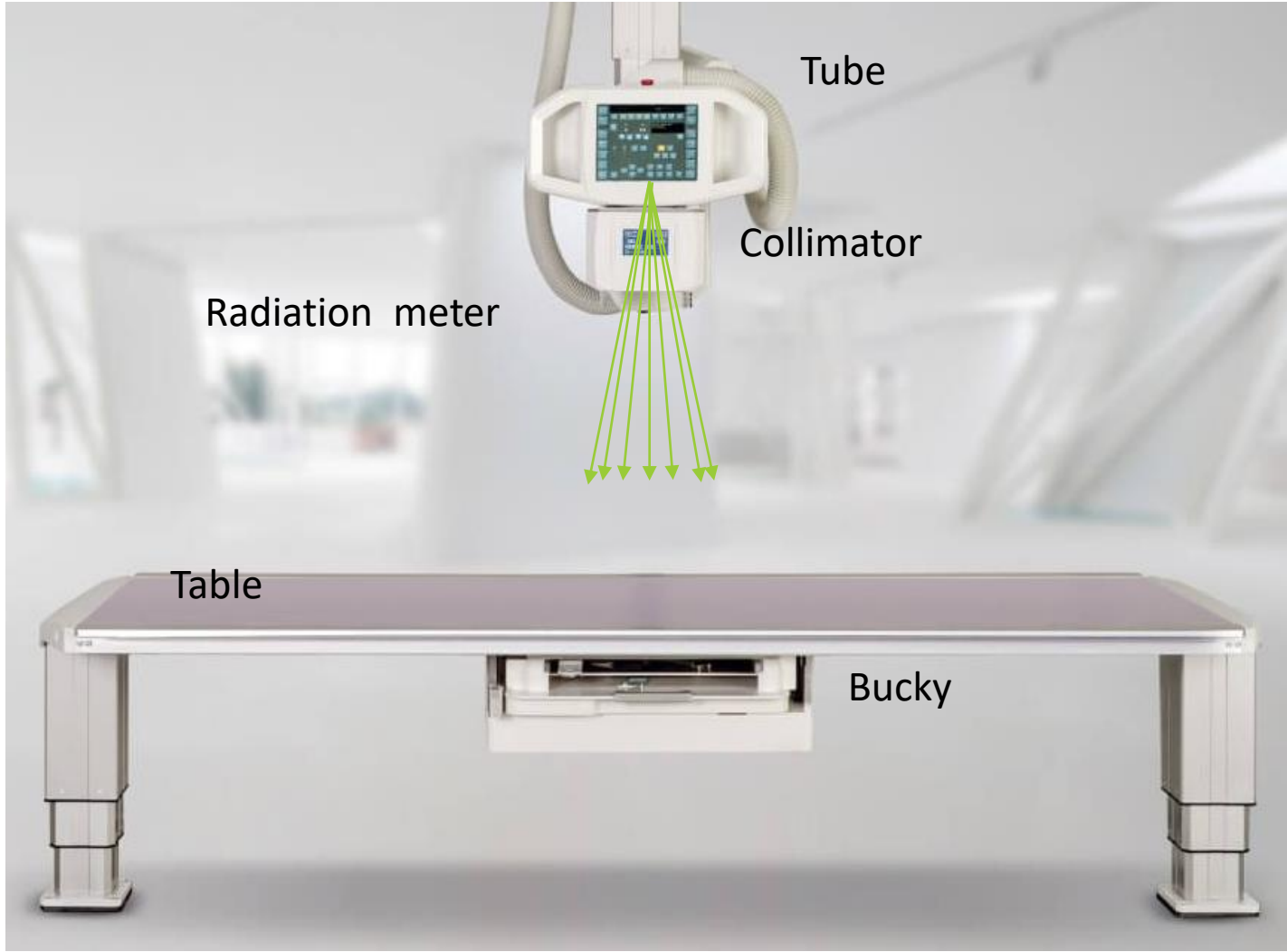
ENSURE MEDICAL **IMAGE QUALITY** FOR RELIABLE DIAGNOSIS WHILE MINIMIZING **THE DOSE** OF IONIZING RADIATION TO PATIENTS AND STAFF

We will assess the performance of the tube since it has to do with the dose and the quality of the image.

We will assess some measures that indicate patient doses

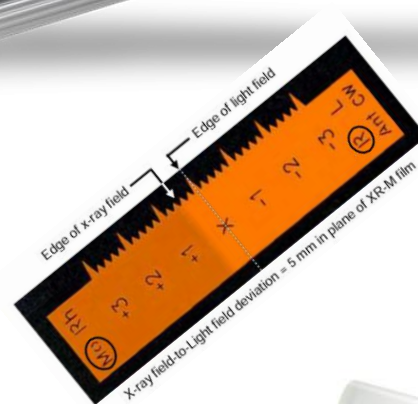
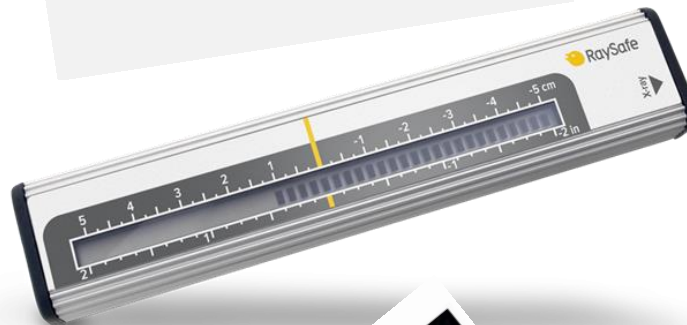
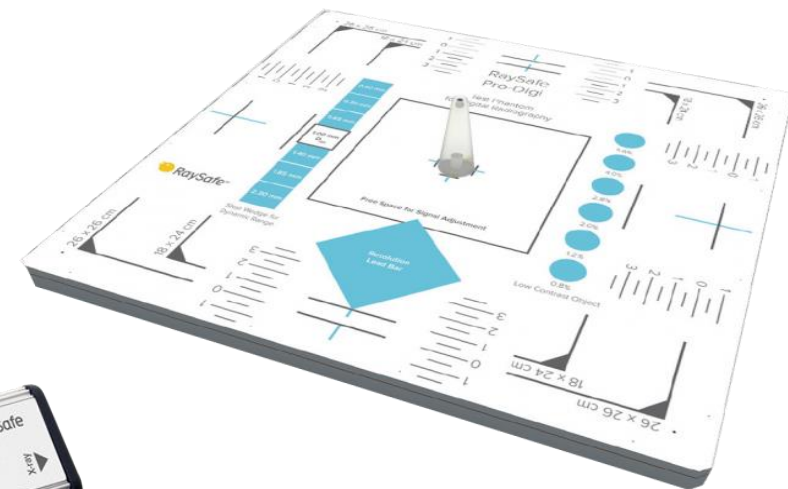
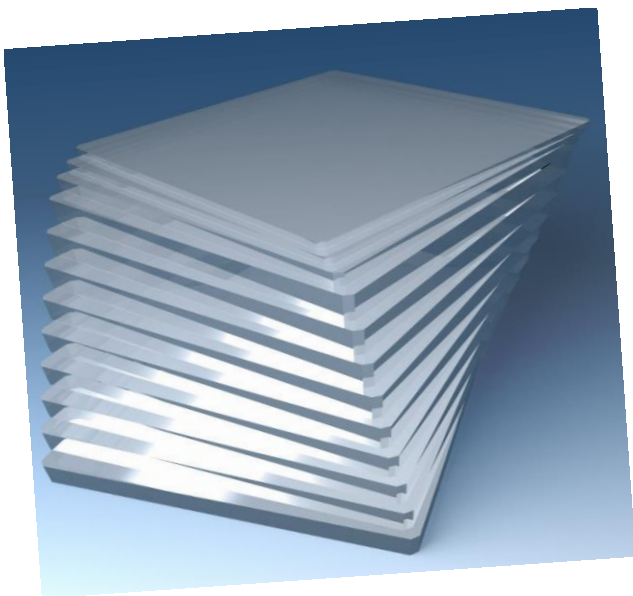
We will assess the performance of the detectors since it has to do with the image quality and the dose.







# The QC equipment



# QC jargon

---

Accuracy

Reproducibility

Criteria

Constancy over time

Maximum

Minimum

Repeatability

Verification

Acceptability

Congruence

Standard deviation

Limits

Baseline values

Variation

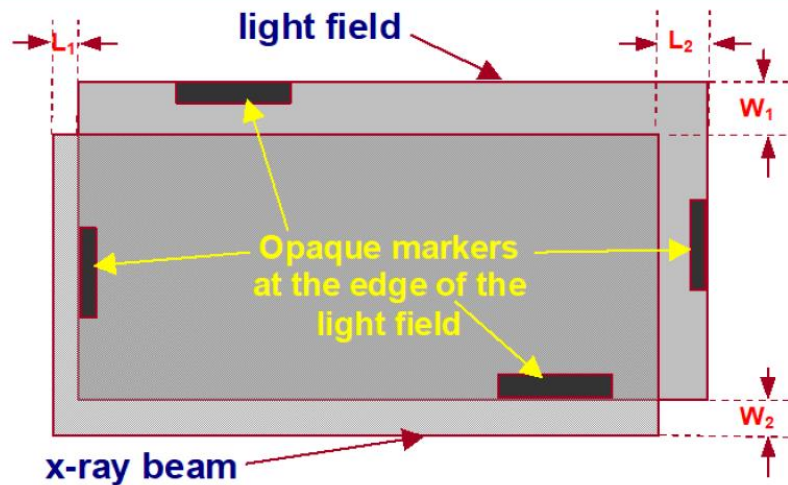
Coefficient of variation

# QC process

Step 1 Measure some values

Step 2 Derive your test parameter

Step 3 Compare with the limits



$$|L_1| + |L_2|$$

$$\leq 2\text{cm}$$

PASS

FAIL

# QC measures

## Index

QUALITY ASSURANCE PROGRAM.....	5
QUALITY CONTROL PROGRAM.....	6
QUALITY CONTROL MANUAL.....	7
QUALITY CONTROL TESTS FOR RADIOGRAPHY.....	8
Test # 1 Film processing.....	10
Test # 2 Light Field /X-ray Field Alignment (congruence).....	12
Test # 3 Beam perpendicularity (X-ray Beam–Bucky perpendicularity).....	14
Test # 4 Half-value layer (Beam Quality).....	15
Test # 5 Reproducibility of X-ray output.....	17
Test # 6 Reproducibility and accuracy of timer.....	18
Test # 7 Reproducibility and accuracy of kVp.....	19
Test # 8 Accuracy of source to image receptor distance indicators.....	20
Test # 9 Focal spot size (Star Pattern method).....	21
Test # 10 Film/screen contact (Cassettes).....	23
Test # 11 Screen condition (Cassettes).....	24
Test # 12 Grid system factor.....	25
Test # 13 Consistency of light output with time (View boxes).....	26
Test # 14 Darkroom integrity (Darkroom).....	27
Test # 15 Safe light conditions (Darkroom).....	28

1) You measure a value once:

e.g. an angle, a distance, a dose, a voltage, contrast, a distance, ...

ACCURACY - ΑΚΡΙΒΕΙΑ

2) You measure the same parameter several times:

e.g. A time, a dose, a flow, ...

REPEATABILITY – ΕΠΑΝΑΛΗΨΙΜΟΤΗΤΑΣ

3) You measure a value and you compare it with a reference value of your system (baseline)

CONSTANCY OVER TIME – REPRODUCIBILITY – ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ

# Tube tests



Open beam no filtration

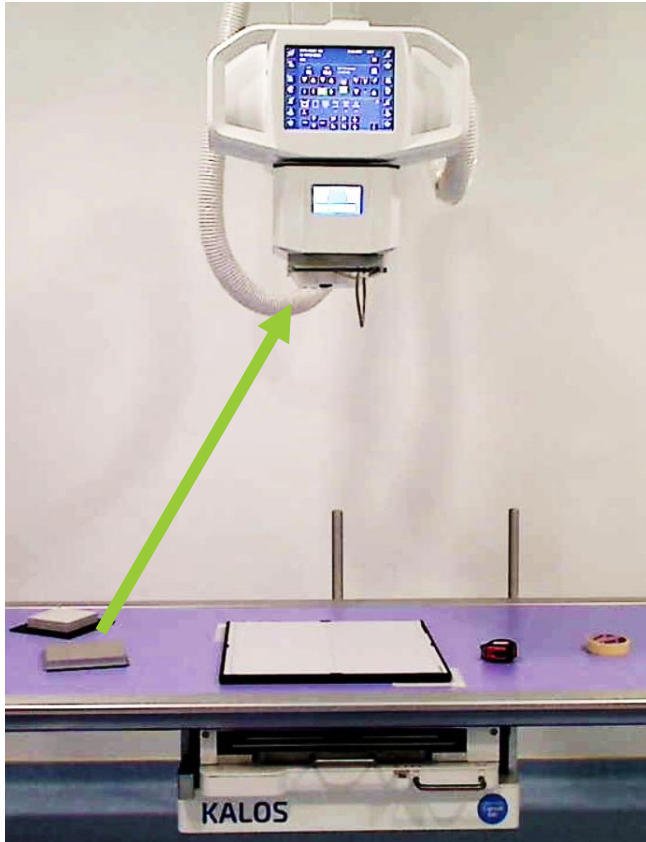
Measurement tool on table at 1 m from source,

Remove the detector or cover the detector with a lead sheet

- Max. Energy of the Xrays – accuracy
- HVL (half value layer) – lower limit
- Exposure time – accuracy + repeatability
- Output (dose per mAs) of the tube – constancy over time, limit on the variation

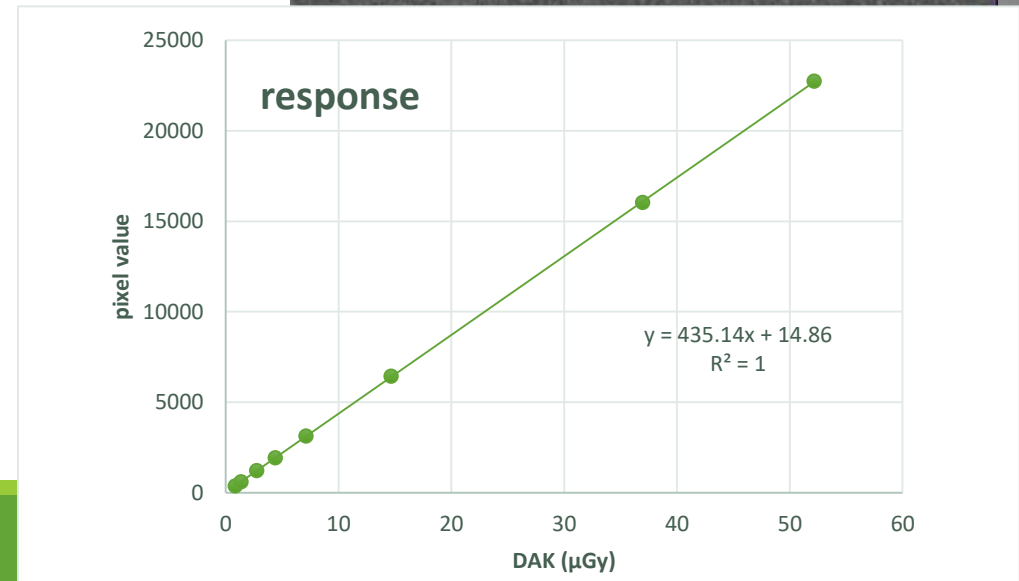
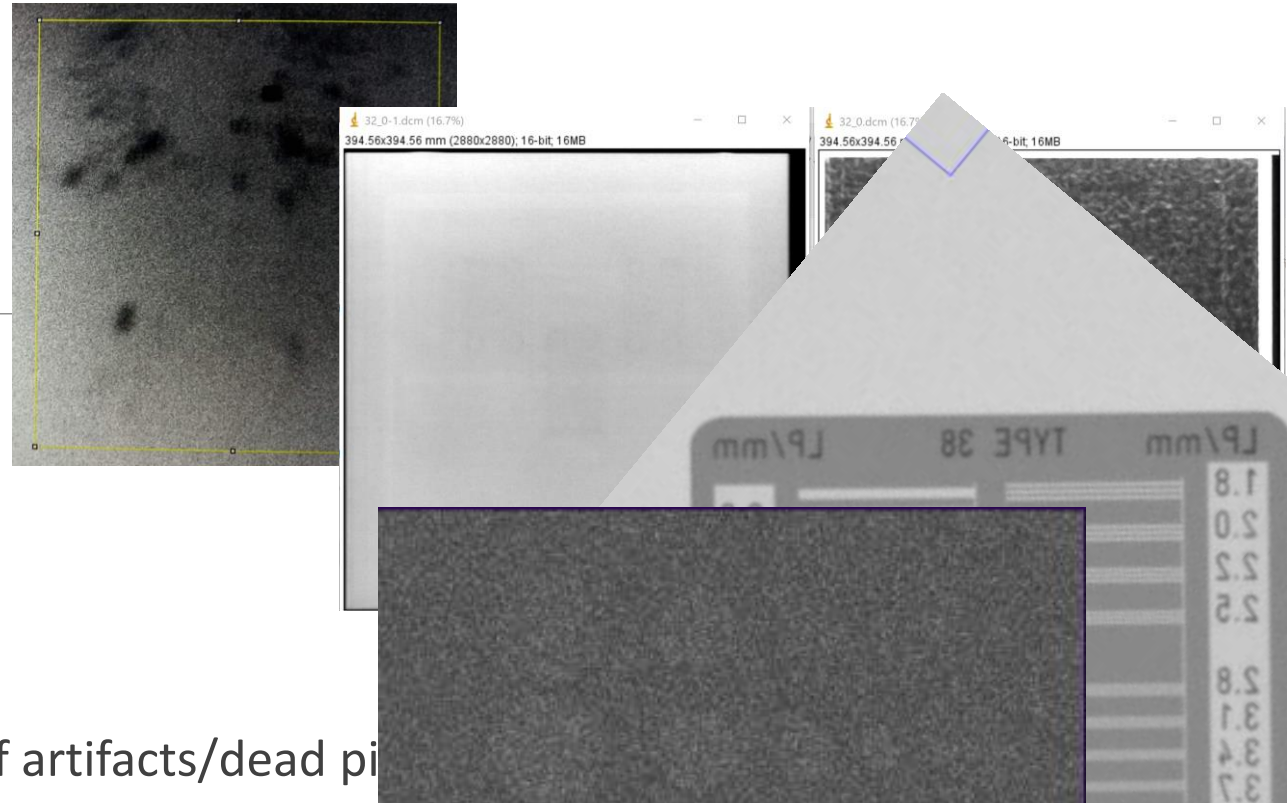
*mAs is a small shot  
of X-Rays  
coming out of the tube*

# Detector tests



Attenuation at source  
Detector on table

- Uniformity, presence of artifacts/dead pixels
- High contrast resolution
- Low contrast resolution
- Pixel values versus dose
- Dark noise



# Patient dose tests

- DAP (Dose Area Product) tests, dose that comes out of the collimator and reaches the patient

A measure of the tube output, used internationally for dose to patient reports (DRL)

- AEC (Automatic Exposure Control) tests, when the predefined amount of dose is received by the detector the Xray beam is stopped

- EI (Exposure Index) tests, dose that hits the detector passing through the patient

A measure of the detector dose, used by the radiologist to assess his/her technique



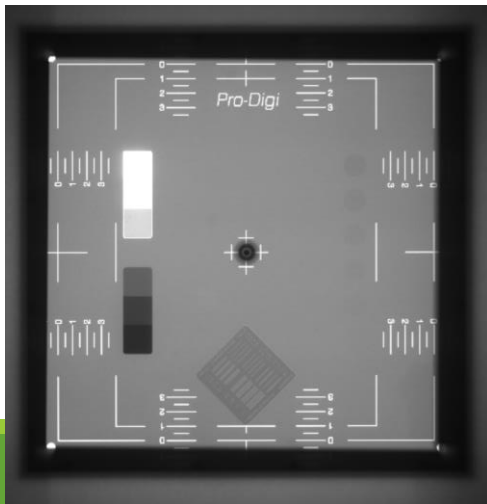
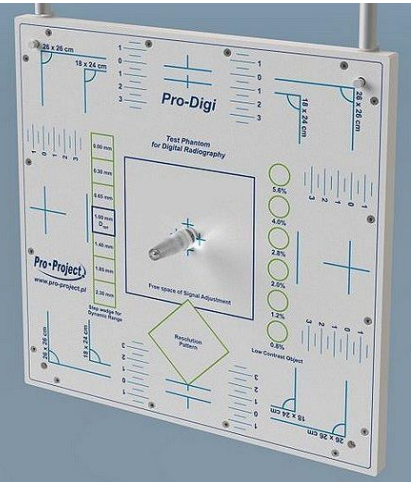
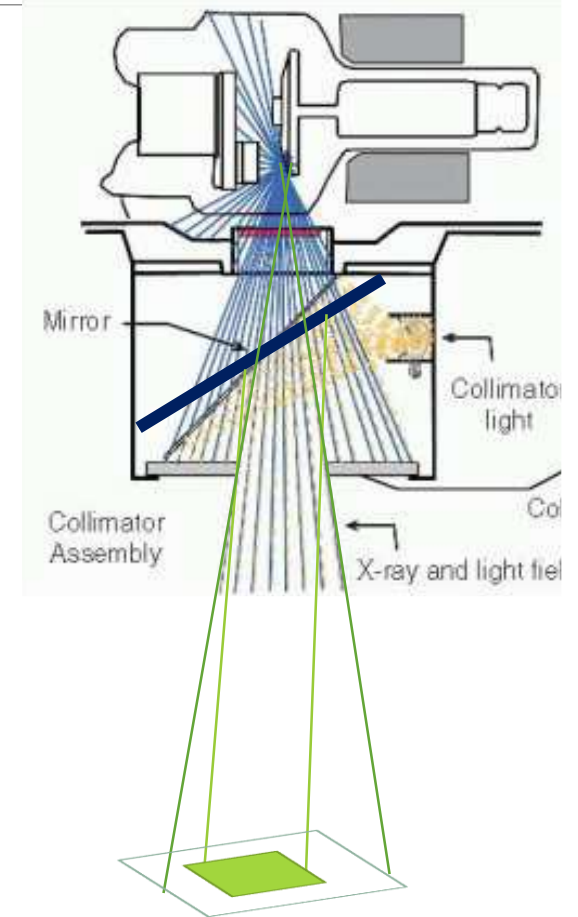
Figure 1: Range of exposures on analog film



# System tests

## 2 beam alignment tests

all in one image with  
a clinical protocol

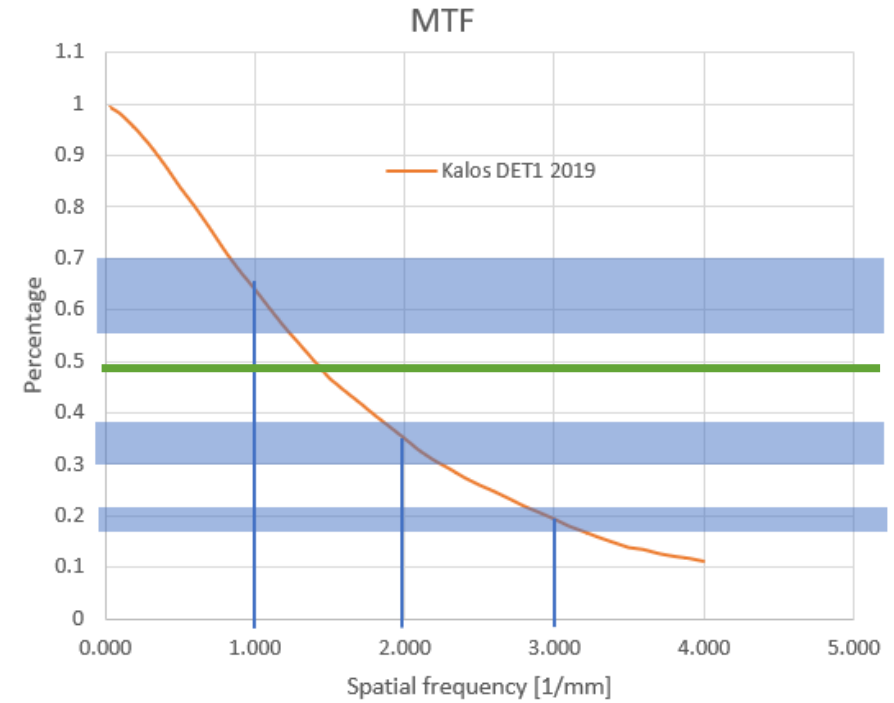
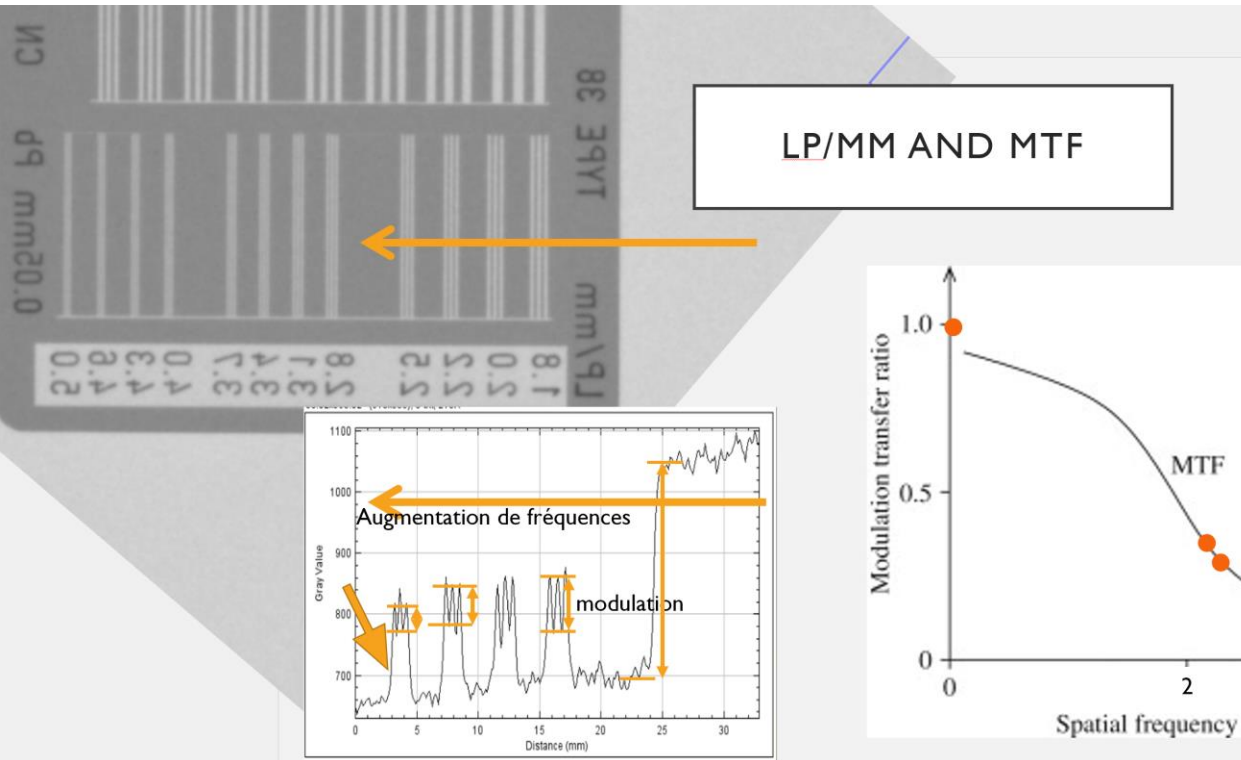




# Quantitative objective tests (1)

MTF:  
At least 65% @ 1.0 lp/mm  
34% @ 2.0 lp/mm  
17% @ 3.0 lp/mm

MTF – Resolution

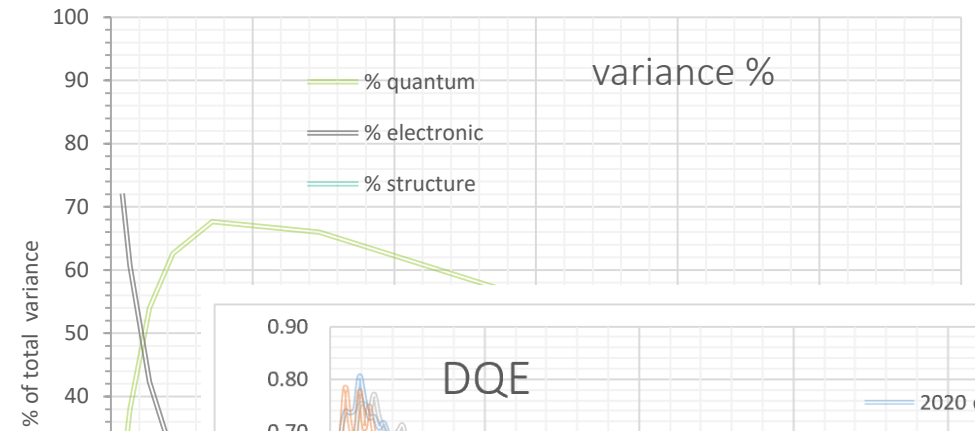
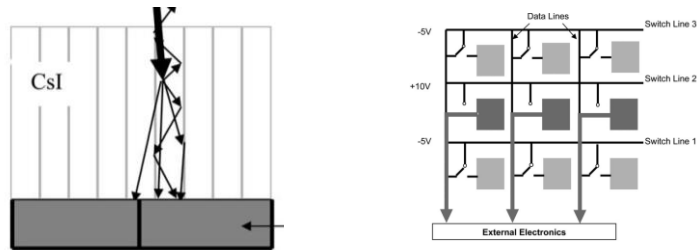


A DIY tool, one single image and open source software

# Quantitative objective tests (2)

DQE @ 1 μGy:  
At least 74% @ 0.1 lp/mm  
58% @ 1.0 lp/mm  
43% @ 2.0 lp/mm

## DQE – Noise and Resolution



$$DQE(u, v) = MTF^2(u, v) \frac{W_{in}(u, v)}{W_{out}(u, v)}$$

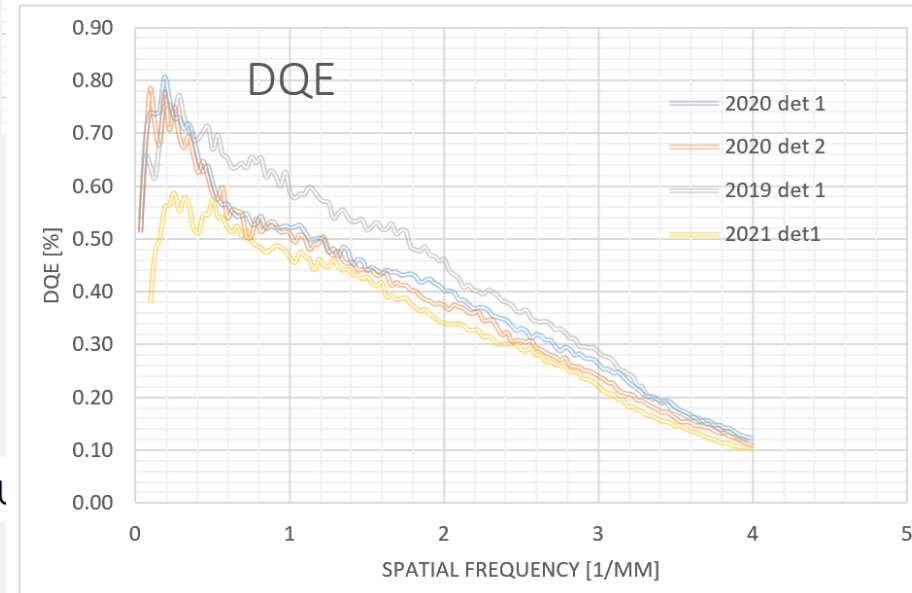
For a given DAK

where

$MTF(u, v)$  is the pre-sampling MODULATION TRANSFER FUNCTION of the DIGITAL X-RAY IMAGING DEVICE, determined according to subclause 6.3.3;

$W_{in}(u, v)$  The input NOISE POWER SPECTRUM is equal to the incoming PHOTON FLUX

$W_{out}(u, v)$  is the NOISE POWER SPECTRUM at the output of the DIGITAL X-RAY IMAGING DEVICE, determined according to subclause 6.3.2.



# Conclusions

---

We presented necessary tests:

- tube
- detector and
- patient dose indicators
- System tests

which:

ENSURE MEDICAL **IMAGE QUALITY** FOR RELIABLE DIAGNOSIS WHILE MINIMIZING **THE DOSE** OF IONIZING RADIATION TO PATIENTS AND STAFF

Smart QC – get performant tools, group the tests, automate data analysis, compare systems

# Let's go QC

