

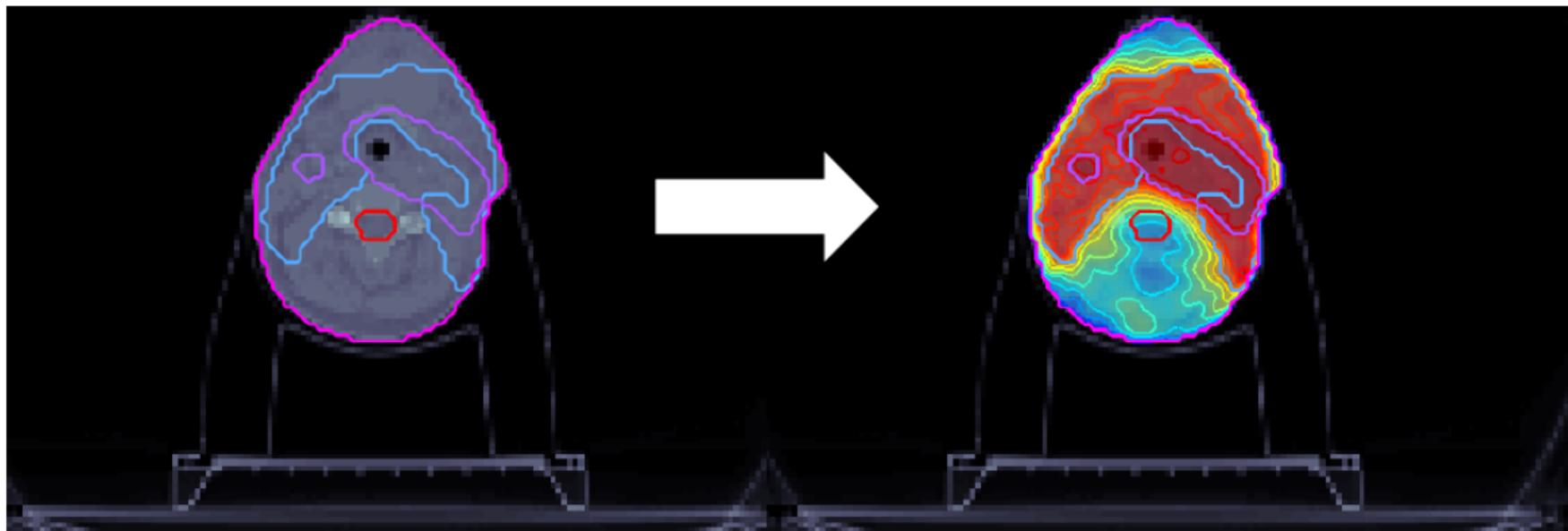
Planification de traitement avec

É. Testa

Masterclass « Particle Therapy »

Année universitaire 2022-2023

Comment simuler et optimiser un plan de traitement ?



Objectifs

- Logiciel de planification de traitement de radiothérapie par modulation d'intensité de faisceaux de photons et d'ions (protons et ions carbone)
- Utilisation pour la recherche et la formation

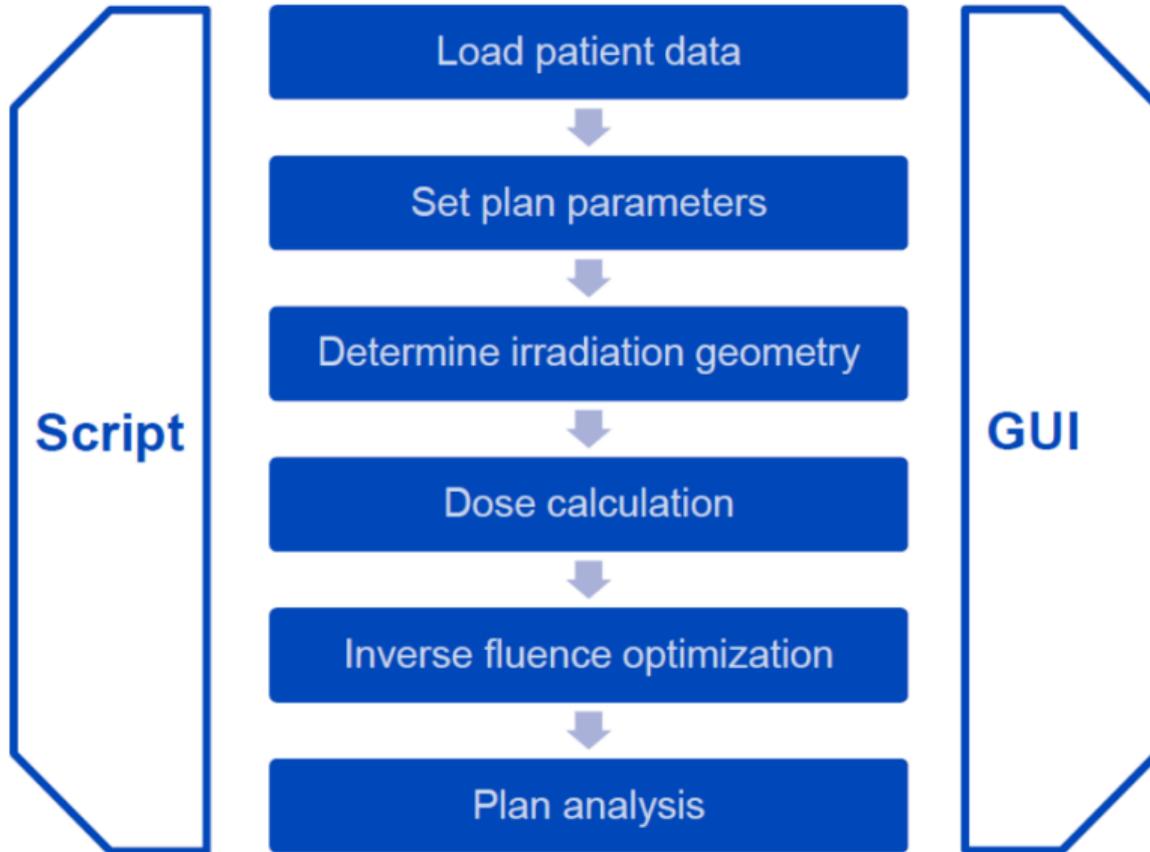
Propriétés

- Logiciel « open source » avec des données patient « open source »
- « Interface utilisateur » graphique
- Calcul de dose 3D
- Planification inverse

Documentation, code, communauté

- matrad.org : page Wiki (29 pages) + matériaux d'apprentissage avec des exemples
- Code disponible sur GitHub (système de contrôle de version)
- 22 institutions utilisent matRad : DKFZ Heidelberg, University of Oxford, Medical University of Vienna, Osaka University. . .

Principales étapes d'une planification sous matRad



Interface graphique de matRad

Workflow

Refresh Load *.mat data Calc. Influence Mx Optimize Save to GUI

Load DICOM Recalc Export

Import from Binary Import Dose

Status: plan is optimized

Plan

box width in [mm] 5 use MC (VMC++) dose calculations

Gantry Angle in ° 0 72 144 216 288 3D conformal

Couch Angle in ° 0 0 0 0 Run Sequencing

Radiation Mode photons Stratification Levels

Machine Generic 7 Run Direct Aperture Optimization

IsoCenter in [mm] 251.3 230.4 162.6 Auto.

Fractions 30

Type of optimization none

Objectives & constraints

| | VOI name | VOI type | prio... | obj. / const. | penalty | dose | EUD | vol. |
|---|-------------|----------|---------|-------------------|---------|------|-----|------|
| 1 | Core | QAR | 2 | square overdosing | 300 | 25 | NaN | |
| 2 | OuterTarget | TARGET | 1 | square deviation | 1000 | 50 | NaN | |
| 3 | BODY | QAR | 3 | square overdosing | 100 | 30 | NaN | |

Visualization

Slice Selection Type of plot intensity GoTo lateral plot CT plot contour plot isolines plot dose plot isolines labels plot iso center visualize plan / beams

Beam Selection Plane Selection axial

Offset Display option physicalDose

matRad dkfz GERMAN CANCER RESEARCH CENTER IN THE HELMHOLTZ ASSOCIATION

min value: 0 max: 1.768

Set IsoDose Levels

Viewer Options

Result (i.e. dose) Max/min Range Custom

Window Center: Window Width:

Range:

Plot Dose opacity:

Structure Visibility

- Core
- OuterTarget
- BODY

Info

v3.0.0

github.com/e0404/matRad

About

axial plane z = 165 [mm]

physicalDose [Gy]

Principales étapes d'une planification avec l'interface graphique

The screenshot displays the matRad software interface with four numbered steps indicating the workflow:

- 1**: Workflow buttons: Refresh, Load *.mat data, Load DICOM, Import from Binary, Calc. influence Mx, Recalc, Optimize, Save to GUI, Export, Import Dose. Status: plan is optimized.
- 2**: Plan configuration panel with fields for: bixel width in [mm] (5), Gantry Angle in ° (0 72 144 216 288), Couch Angle in ° (0 0 0 0), Radiation Mode (photons), Machine (Generic), IsoCenter in [mm] (251.3 236.4 162.6), # Fractions (30), Type of optimization (none), and checkboxes for MC dose calculations, 3D conformal, Run Sequencing, Stratification Levels (7), and Run Direct Aperture Optimization.
- 3**: Objectives & constraints table.
- 4**: A large blue number '4' is overlaid on the right side of the interface.

| | VOI name | VOI type | prio... | obj. / const. | penalty | dose | EUD | vol. |
|---|-------------|----------|---------|-------------------|---------|------|-----|------|
| 1 | Core | OAR | 2 | square overdosing | 300 | 25 | NaN | |
| 2 | OuterTarget | TARGET | 1 | square deviation | 1000 | 50 | NaN | |
| 3 | BODY | OAR | 3 | square overdosing | 100 | 30 | NaN | |

1. Chargement de l'image patient avec « contourage »
2. Ajustement des paramètres de planification
 - ▶ Paramètres d'irradiation : Angle de la « gantry », angle de la table du patient (« couch »), type de faisceau. . .
 - ▶ Paramètres d'optimisation :
 - Dose prescrite dans le volume cible (« Target ») avec « square deviation »
 - Dose maximale acceptée dans les organes à risque (OAR) avec « square overdosing »
3. Calcul de dose pour chaque faisceau de position voire d'énergie donnée (dans le cas des faisceaux d'ions)
4. Optimisation
5. Visualisation et analyse des résultats
 - ▶ Cartes de doses
 - physique (« PhysicalDose »)
 - biologique (« RBExDose »)
 - ▶ Histogrammes Dose-Volume (« Show DVH/QI »)

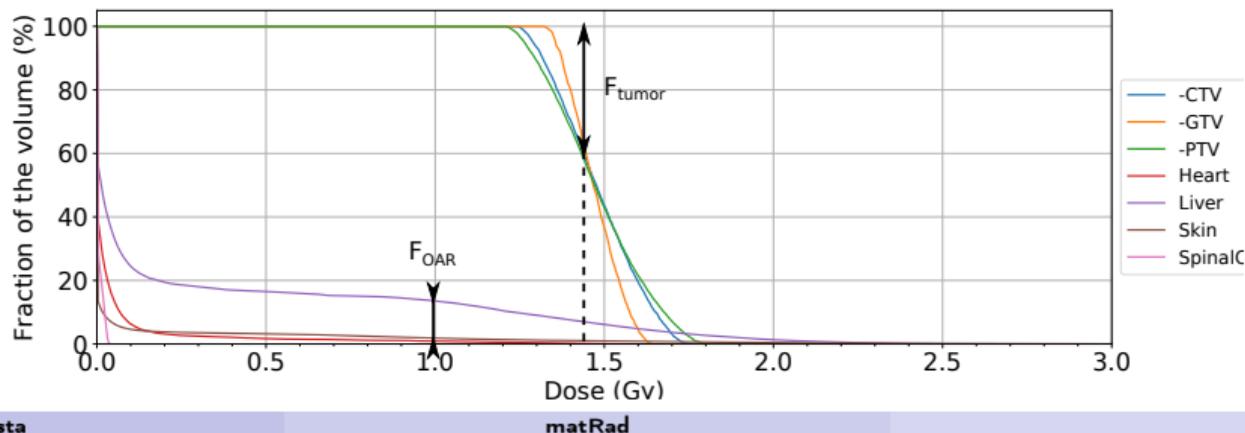
Histogrammes Dose-Volume (HDV)

Définition

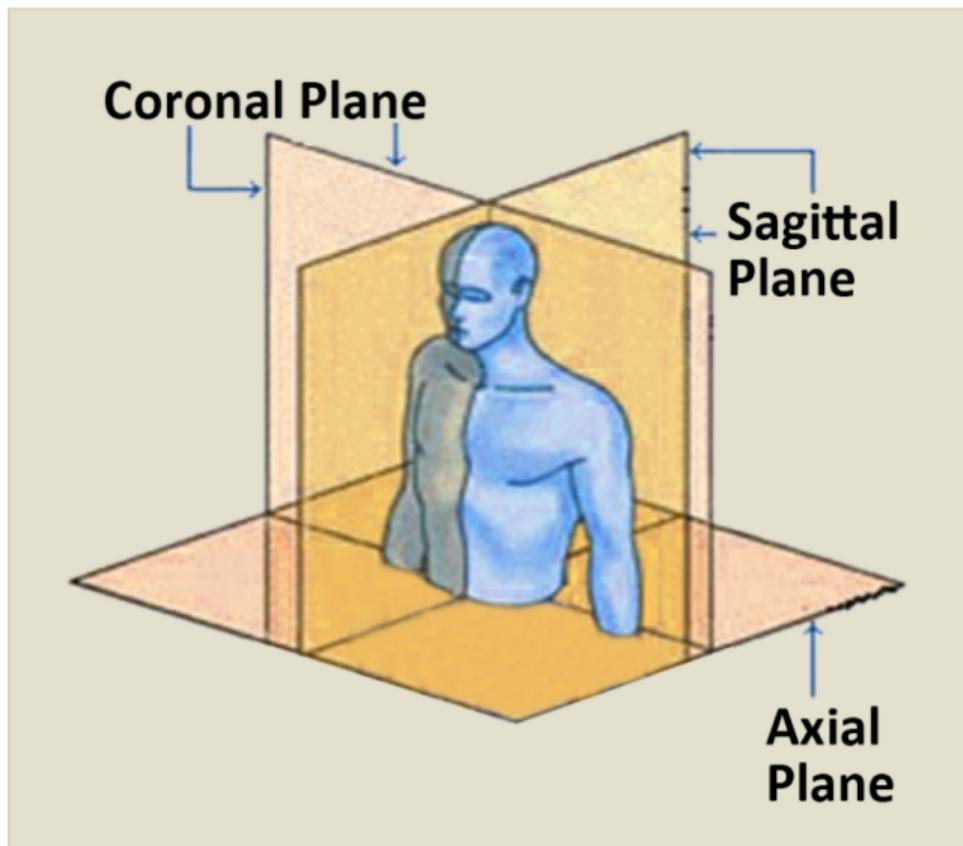
- Courbe de la fraction du volume recevant au moins la dose donnée en abscisse

Critères de qualité de « traitement » proposés dans le cadre du TP

- F_{OAR} : fraction du volume de l'OAR qui reçoit une dose supérieure à la dose maximale prévue dans la planification
- $F_{tumor}(= 1 - HDV)$: fraction du volume de la tumeur qui reçoit une dose inférieure à 95% de la dose prescrite (tolérance de 5%)



Définition des plans des images 2D : plans axial, coronal et sagittal



Organes

- Liver : foie
- Kidney : rein
- Bowel : intestin
- Spinal cord : moelle épinière
- Duodenum : duodénum (premier segment de l'intestin grêle)
- Celiac (adjectif) : en lien avec la cavité abdominale

Objectifs du TP

Comparaison des traitements par faisceaux de photons et d'ions (tumeur du foie)

- Découvrir le logiciel,
- Comparer, avec un **seul champ d'irradiation**, les **dépôts de dose** des photons (fig.), des protons et des ions carbone ainsi que leurs **HDV** (cf. **critère de qualité F_{OAR} et F_{tumor}**)
- Tendre vers une planification de traitement photon réaliste avec **plusieurs champs d'irradiation**.

Impact des incertitudes de positionnement du patient (tumeur du cerveau)

- Observer l'**impact d'un décalage du patient** sur les distributions de dose photons et protons ainsi que sur les HDV

