

Annexe X

Chemins de déclenchement – $H \rightarrow \tau\tau$

Pour l’analyse détaillée dans le chapitre 4, l’enregistrement des données à CMS est activé selon les chemins de déclenchements (HLT *paths*) listés dans les tableaux X.2 à X.13, pour les années 2016, 2017 et 2018 et pour les canaux $\tau_h\tau_h$, $\mu\tau_h$, $e\tau_h$ et $e\mu$ selon la répartition donnée dans le tableau X.1.

| Année | $\tau_h\tau_h$ | $\mu\tau_h$ | $e\tau_h$ | $e\mu$ |
|-------|----------------|-------------|-----------|--------|
| 2016 | X.2 | X.3 | X.4 | X.5 |
| 2017 | X.6 | X.7 | X.8 | X.9 |
| 2018 | X.10 | X.11 | X.12 | X.13 |

Tableau X.1 – Tableaux contenant les informations des HLT *paths* pour chaque année et canal de l’analyse.

La fréquence des collisions ainsi que la variété des objets à reconstruire rendent impossible la reconstruction chaque trace du trajectographe en temps réel [1]. Afin d’estimer les objets physique en présence, une « graine » (*L1 Seed*) est générée à partir de quelques informations directement issues du détecteur. Elle définit une estimation initiale de la trajectoire d’une particule d’un type donné ainsi que l’incertitude sur celle-ci. Pour chaque HLT *path*, une liste de *L1 Seed* utilisées est indiquée.

De plus, dans l’analyse détaillée dans le chapitre 4, il est requis que les objets d’intérêts correspondent aux objets ayant déclenché le HLT *path*. Des filtres permettent de déterminer l’objet ayant déclenché le HLT *path* à comparer avec l’objet d’intérêt et sont également renseignés.

Références

- [1] The CMS Collaboration. « The CMS trigger system ». *Journal of Instrumentation* **12.1** (jan. 2017). URL : <https://cds.cern.ch/record/2212926>.

| HLT <i>path</i> | L1 <i>Seed</i> | Filtre à tau vérifié |
|---|--|--|
| HLT_VLooseIsoPFTau120_Trk50_eta2p1_v | L1_SingleTau100er | hltPFTau120TrackPt50LooseAbsOrRelVLooseIso |
| HLT_VLooseIsoPFTau140_Trk50_eta2p1_v | L1_SingleTau100er | hltPFTau140TrackPt50LooseAbsOrRelVLooseIso |
| HLT_DoubleMediumIso_PFTau35_Trk1_eta2p1_Reg_v | L1_DoubleIsoTau*er, * in 26, 27, 28, 30, 32, 39 | hltDoublePFTau35TrackPt1MediumIsolationDz02Reg |
| HLT_DoubleMediumCombinedIsoPFTau35Trk1_eta2p1_Reg_v | L1_DoubleIsoTau*er, * in 26, 27, 28, 30, 32, 39 | hltDoublePFTau35TrackPt1MediumCombinedIsolationDz02Reg |

Tableau X.2 – Chemins de déclenchement utilisés en 2016 pour le canal $\tau_h \tau_h$.

| HLT <i>path</i> | L1 <i>Seed</i> | Filtre à muon vérifié | Filtre à tau vérifié |
|---|--|---|--|
| HLT_IsoMu22_v | L1_SingleMu20 | hltL3crIsoL1sMu20L1f0L2f10QL3f22QL3trkIsoFiltered0p09 | - |
| HLT_IsoMu22_eta2p1_v | L1_SingleMu20er | hltL3crIsoL1sSingleMu20erL1f0L2f10QL3f22QL3trkIsoFiltered0p09 | - |
| HLT_VLooseIsoPFTau120_Trk50_eta2p1_v | L1_SingleTau100er | - | hltPFTau120TrackPt50LooseAbsOrRelVLooseIso |
| HLT_VLooseIsoPFTau140_Trk50_eta2p1_v | L1_SingleTau100er | - | hltPFTau140TrackPt50LooseAbsOrRelVLooseIso |
| HLT_IsoMu19_eta2p1_LooseIsoPFTau20_v | L1_Mu18er_Tau20er | hltL3crIsoL1sMu18erTauJet20erL1f0L2f10QL3f19QL3trkIsoFiltered0p09hltOverlapFilterIsoMu19LooseIsoPFTau20 | hltPFTau20TrackLooseIsoAgainstMuonhltOverlapFilterIsoMu19LooseIsoPFTau20 |
| HLT_IsoMu19_eta2p1_LooseIsoPFTau20_SingleL1_v | L1_SingleMu18er ou L1_SingleMu20er | hltL3crIsoL1sSingleMu18erL1f0L2f10QL3f19QL3trkIsoFiltered0p09hltOverlapFilterSingleIsoMu19LooseIsoPFTau20 | hltPFTau20TrackLooseIsoAgainstMuonhltOverlapFilterSingleIsoMu19LooseIsoPFTau20 |

Tableau X.3 – Chemins de déclenchement utilisés en 2016 pour le canal $\mu\tau_h$.

| HLT <i>path</i> | L1 <i>Seed</i> | Filtre à électron vérifié | Filtre à tau vérifié |
|---|--|--|--|
| HLT_Ele25_eta2p1_WPTight_Gsf_v | L1_SingleEG40 ou SingleIsoEG24er ou L1_SingleIsoEG22er | hltEle25erWPTightGsfTrackIsoFilter | - |
| HLT_VLooseIsoPFTau120_Trk50_eta2p1_v | L1_SingleTau100er | - | hltPFTau120TrackPt50LooseAbsOrRelVLooseIso |
| HLT_VLooseIsoPFTau140_Trk50_eta2p1_v | L1_SingleTau100er | - | hltPFTau140TrackPt50LooseAbsOrRelVLooseIso |
| Run < 276215 and MC | | | |
| HLT_Ele24_eta2p1_WPLoose_Gsf_LooseIsoPFTau20_SingleL1_v | L1_SingleEG40 ou SingleIsoEG24er ou L1_SingleIsoEG22er | hltEle24WPLooseL1SingleIsoEG22erGsfTrackIsoFilterhltOverlapFilterSingleIsoEle24WPLooseGsfLooseIsoPFTau20 | hltPFTau20TrackLooseIsohltOverlapFilterSingleIsoEle24WPLooseGsfLooseIsoPFTau20 |
| 276215 ≤ Run < 278270 | | | |
| HLT_Ele24_eta2p1_WPLoose_Gsf_LooseIsoPFTau20_v | L1_IsoEG22er_Tau20er_dEta_Min0p2 | hltEle24WPLooseL1IsoEG22erTau20erGsfTrackIsoFilterhltOverlapFilterIsoEle24WPLooseGsfLooseIsoPFTau20 | hltPFTau20TrackLooseIsohltOverlapFilterIsoEle24WPLooseGsfLooseIsoPFTau20 |
| 278270 ≤ Run | | | |
| HLT_Ele24_Eta2p1_WPLoose_Gsf_LooseIsoPFTau30_v | L1_IsoEG22er_IsoTau26er_dEta_Min0p2 | hltEle24WPLooseL1IsoEG22erIsoTau26erGsfTrackIsoFilterhltOverlapFilterIsoEle24WPLooseGsfLooseIsoPFTau30 | hltPFTau30TrackLooseIsohltOverlapFilterIsoEle24WPLooseGsfLooseIsoPFTau30 |

Tableau X.4 – Chemins de déclenchement utilisés en 2016 pour le canal $e\tau_h$.

| HLT path | L1 Seed | Filtre à muon vérifié | Filtre à électron vérifié |
|--|--------------|---|--|
| Runs B-F and MC | | | |
| HLT_Mu23_TrkIsoVVL_Ele12_CaloIdL_TrackIdL_IsoVL_v | L1_Mu12_EG10 | hltMu23TrkIsoVVLEle12CaloIdLTrackIdLIsoVLMuonlegL3IsoFiltered23 | hltMu23TrkIsoVVLEle12CaloIdLTrackIdLIsoVLElectronlegTrackIsoFilter |
| HLT_Mu8_TrkIsoVVL_Ele23_CaloIdL_TrackIdL_IsoVL_v | L1_Mu5_EG15 | hltMu8TrkIsoVVLEle23CaloIdLTrackIdLIsoVLMuonlegL3IsoFiltered8 | hltMu8TrkIsoVVLEle23CaloIdLTrackIdLIsoVLElectronlegTrackIsoFilter |
| Runs G-H | | | |
| HLT_Mu23_TrkIsoVVL_Ele12_CaloIdL_TrackIdL_IsoVL_DZ_v | L1_Mu12_EG10 | hltMu23TrkIsoVVLEle12CaloIdLTrackIdLIsoVLMuonlegL3IsoFiltered23 et hltMu23TrkIsoVVLEle12CaloIdLTrackIdLIsoVLDZFilter | hltMu23TrkIsoVVLEle12CaloIdLTrackIdLIsoVLElectronlegTrackIsoFilter et hltMu23TrkIsoVVLEle12CaloIdLTrackIdLIsoVLDZFilter |
| HLT_Mu8_TrkIsoVVL_Ele23_CaloIdL_TrackIdL_IsoVL_DZ_v | L1_Mu5_EG15 | hltMu8TrkIsoVVLEle23CaloIdLTrackIdLIsoVLMuonlegL3IsoFiltered8 et hltMu8TrkIsoVVLEle23CaloIdLTrackIdLIsoVLDZFilter | hltMu8TrkIsoVVLEle23CaloIdLTrackIdLIsoVLElectronlegTrackIsoFilter et hltMu8TrkIsoVVLEle23CaloIdLTrackIdLIsoVLDZFilter |

Tableau X.5 – Chemins de déclenchement utilisés en 2016 pour le canal $e\mu$.

| HLT path | L1 Seed | Filtre à tau vérifié |
|---|-----------------------|--|
| HLT_MediumChargedIsoPFTau180HighPtRelaxedIso_Trk50_eta2p1_v | L1_SingleTau80to140er | hltPFTau180TrackPt50LooseAbsOrRelMediumHighPtRelaxedIsoIso et hltSelectedPFTau180MediumChargedIsolationL1HLTMatched |
| HLT_DoubleMediumChargedIsoPFTau40_Trk1_TightID_eta2p1_Reg_v | L1_DoubleIsoTau*er2p1 | hltDoublePFTau40TrackPt1MediumChargedIsolationAndTightOOSCPHOTONSdz02Reg |
| HLT_DoubleTightChargedIsoPFTau40_Trk1_eta2p1_Reg_v | L1_DoubleIsoTau*er2p1 | hltDoublePFTau40TrackPt1TightChargedIsolationDz02Reg |
| HLT_DoubleTightChargedIsoPFTau35_Trk1_TightID_eta2p1_Reg_v | L1_DoubleIsoTau*er2p1 | hltDoublePFTau35TrackPt1TightChargedIsolationAndTightOOSCPHOTONSdz02Reg |

* in 28, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 70

Tableau X.6 – Chemins de déclenchement utilisés en 2017 pour le canal $\tau_h\tau_h$.

| HLT path | L1 Seed | Filtre à muon vérifié | Filtre à tau vérifié |
|---|-----------------------------------|---|--|
| HLT_IsoMu24_v | L1_SingleMu22 | hltL3crIsoL1sSingleMu22L1f0L2f10QL3f24QL3trkIsoFiltered0p07 | - |
| HLT_IsoMu27_v | L1_SingleMu22 ou L1_SingleMu25 | hltL3crIsoL1sMu22Or25L1f0L2f10QL3f27QL3trkIsoFiltered0p07 | - |
| HLT_MediumChargedIsoPFTau180HighPtRelaxedIso_Trk50_eta2p1_v | L1_SingleTau80to140er | - | hltPFTau180TrackPt50LooseAbsOrRelMediumHighPtRelaxedIsoIso et hltSelectedPFTau180MediumChargedIsolationL1HLTMatched |
| HLT_IsoMu20_eta2p1_LooseChargedIsoPFTau27_eta2p1_CrossL1_v | L1_Mu18er2p1_Tau24er2p1 | hltL3crIsoL1sMu18erTau24erIorMu20erTau24erL1f0L2f10QL3f20QL3trkIsoFiltered0p07hltOverlapFilterIsoMu20LooseChargedIsoPFTau27L1Seeded | hltSelectedPFTau27LooseChargedIsolationAgainstMuonL1HLTMatchedhltOverlapFilterIsoMu20LooseChargedIsoPFTau27L1Seeded |

Tableau X.7 – Chemins de déclenchement utilisés en 2017 pour le canal $\mu\tau_h$.

4 ANNEXE X. CHEMINS DE DÉCLENCHEMENT – $H \rightarrow \tau\tau$

| HLT path | L1 Seed | Filtre à électron vérifié | Filtre à tau vérifié |
|--|--|---|--|
| HLT_Ele27_ WPTight_Gsf_v | L1_SingleEGXX ou L1_SingleEGXXer2p1 ou L1_SingleIsoEGXX ou L1_SingleIsoEGXXer2p1 | hltEle27WPTightGsf TrackIsoFilter | - |
| HLT_Ele32_ WPTight_Gsf_v | L1_SingleEGXX ou L1_SingleEGXXer2p1 ou L1_SingleIsoEGXX ou L1_SingleIsoEGXXer2p1 | hltEle32WPTightGsf TrackIsoFilter | - |
| HLT_Ele35_ WPTight_Gsf_v | L1_SingleEGXX ou L1_SingleEGXXer2p1 ou L1_SingleIsoEGXX ou L1_SingleIsoEGXXer2p1 | hltEle35noerWPTightGsf TrackIsoFilter | - |
| HLT_Medium ChargedIsoPFTau 180HighPtRelaxed Iso_Trk50_eta2p1_v | L1_SingleTau80to140er | - | hltPFTau180TrackPt50LooseAbs OrRelMediumHighPtRelaxed IsoIso et hltSelectedPFTau180 MediumChargedIsolationL1 HLTMatched |
| HLT_Ele24_ eta2p1_WPTight _Gsf_LooseCharged IsoPFTau30 _eta2p1_CrossL1_v | L1_LooseIsoEG22er2p1 _IsoTau26er2p1 _dR_Min0p3 | hltEle24erWPTightGsfTrackIso FilterForTauhltOverlapFilterIso Ele24WPTightGsfLooseIso PFTau30 | hltSelectedPFTau30Loose ChargedIsolationL1HLTMatched hltOverlapFilterIsoEle24WPTight GsfLooseIsoPFTau30 |

Tableau X.8 – Chemins de déclenchement utilisés en 2017 pour le canal $e\tau_h$.

| HLT path | L1 Seed | Filtre à muon vérifié | Filtre à électron vérifié |
|--|---|--|--|
| HLT_Mu23_Trk IsoVVL_Ele12_ CaloIdL_Track IdL_IsoVL_DZ_v | L1_Mu23EG10 ou L1_Mu20EG17 | hltMu23TrkIsoVVLEle12CaloIdL TrackIdLIsoVLMuonlegL3 IsoFiltered23 | hltMu23TrkIsoVVLEle12CaloIdL TrackIdLIsoVLElectronleg TrackIsoFilter |
| HLT_Mu8_Trk IsoVVL_Ele23_ CaloIdL_Track IdL_IsoVL_DZ_v | L1_Mu5EG23 ou L1_Mu5IsoEG20 ou L1_Mu7EG23 ou L1_Mu7IsoEG20 ou L1_MuIso7EG23 | hltL3fL1sMu7EG23f0Filtered8 ou hltMu8TrkIsoVVLEle23CaloIdLTrack IdLIsoVLMuonlegL3IsoFiltered8 | hltMu8TrkIsoVVLEle23CaloIdL TrackIdLIsoVLElectronlegTrack IsoFilter |

Tableau X.9 – Chemins de déclenchement utilisés en 2017 pour le canal $e\mu$.

| HLT path | L1 Seed | Filtre à tau vérifié |
|---|-----------------------|---|
| HLT_MediumCharged IsoPFTau180HighPt RelaxedIso_Trk50_eta2p1_v | L1_SingleTau80to140er | hltPFTau180TrackPt50LooseAbsOrRelMediumHighPtRelaxedIsoIso et hltSelectedPFTau180MediumChargedIsolationL1HLTMatched |
| HLT_DoubleMedium ChargedIsoPFTau40 _Trk1_TightID_eta2p1_Reg_v | L1_DoubleIsoTau*er2p1 | hltDoublePFTau40TrackPt1MediumChargedIsolationAnd TightOOSCPPhotonsDz02Reg |
| HLT_DoubleTight ChargedIsoPFTau40 _Trk1_eta2p1_Reg_v | L1_DoubleIsoTau*er2p1 | hltDoublePFTau40TrackPt1TightChargedIsolationDz02Reg |
| HLT_DoubleTight ChargedIsoPFTau35 _Trk1_TightID_eta2p1_Reg_v | L1_DoubleIsoTau*er2p1 | hltDoublePFTau35TrackPt1TightChargedIsolationAnd TightOOSCPPhotonsDz02Reg |
| HLT_DoubleMedium ChargedIsoPFTauHPS35_Trk1_eta2p1_Reg_v | L1_DoubleIsoTau*er2p1 | hltHpsDoublePFTau35TrackPt1MediumChargedIsolationDz02Reg |

* in 28, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 70

Tableau X.10 – Chemins de déclenchement utilisés en 2018 pour le canal $\tau_h\tau_h$.

| HLT <i>path</i> | L1 <i>Seed</i> | Filtre à muon vérifié | Filtre à tau vérifié |
|---|-----------------------------------|---|---|
| HLT_IsoMu24_v | L1_SingleMu22 | hltL3crIsoL1sSingleMu22L1f0L2f10QL3f24QL3trkIsoFiltered0p07 | - |
| HLT_IsoMu27_v | L1_SingleMu22 ou L1_SingleMu25 | hltL3crIsoL1sMu22Or25L1f0L2f10QL3f27QL3trkIsoFiltered0p07 | - |
| HLT_Medium ChargedIsoPFTau 180HighPtRelaxed Iso_Trk50_eta2p1_v | L1_SingleTau 80to140er | - | hltPFTau180TrackPt50LooseAbsOrRelMediumHighPtRelaxedIsoIso et hltSelectedPFTau180MediumChargedIsolationL1HLTMatched |
| HLT_IsoMu20 _eta2p1_Loose ChargedIsoPFTau27 _eta2p1_CrossL1_v | L1_Mu18er2p1 _Tau24er2p1 | hltL3crIsoL1sMu18erTau24erlorMu20erTau24erL1f0L2f10QL3f20QL3trkIsoFiltered0p07hltOverlapFilterIsoMu20LooseChargedIsoPFTau27L1Seeded | hltSelectedPFTau27LooseChargedIsolationAgainstMuonL1HLTMatchedhltOverlapFilterIsoMu20LooseChargedIsoPFTau27L1Seeded |

Tableau X.11 – Chemins de déclenchement utilisés en 2018 pour le canal $\mu\tau_h$.

| HLT <i>path</i> | L1 <i>Seed</i> | Filtre à électron vérifié | Filtre à tau vérifié |
|---|---|---|---|
| HLT_Ele32_ WPTight_Gsf_v | L1_SingleEGXX ou L1_SingleEGXXer2p1 ou L1_SingleIsoEGXX ou L1_SingleIsoEGXXer2p1 | hltEle32WPTightGsfTrackIsoFilter | - |
| HLT_Ele35_ WPTight_Gsf_v | L1_SingleEGXX ou L1_SingleEGXXer2p1 ou L1_SingleIsoEGXX ou L1_SingleIsoEGXXer2p1 | hltEle35noerWPTightGsfTrackIsoFilter | - |
| HLT_Medium ChargedIsoPFTau 180HighPtRelaxed Iso_Trk50_eta2p1_v | L1_SingleTau80to140er | - | hltPFTau180TrackPt50LooseAbsOrRelMediumHighPtRelaxedIsoIso et hltSelectedPFTau180MediumChargedIsolationL1HLTMatched |
| HLT_Ele24_ eta2p1_WPTight _Gsf_LooseCharged IsoPFTau30 _eta2p1_CrossL1_v | L1_LooseIsoEG22er2p1 _IsoTau26er2p1 _dR_Min0p3 | hltEle24erWPTightGsfTrackIsoFilterForTauhltOverlapFilterIsoEle24WPTightGsfLooseIsoPFTau30 | hltSelectedPFTau30LooseChargedIsolationL1HLTMatchedhltOverlapFilterIsoEle24WPTightGsfLooseIsoPFTau30 |
| HLT_Ele24_ eta2p1_WPTight _Gsf_LooseCharged IsoPFTauHPS30 _eta2p1_CrossL1_v | L1_LooseIsoEG22er2p1 _IsoTau26er2p1 _dR_Min0p3 | hltEle24erWPTightGsfTrackIsoFilterForTauhltOverlapFilterIsoEle24WPTightGsfLooseIsoPFTau30 | hltSelectedPFTau30LooseChargedIsolationL1HLTMatchedhltOverlapFilterIsoEle24WPTightGsfLooseIsoPFTau30 |

Tableau X.12 – Chemins de déclenchement utilisés en 2018 pour le canal $e\tau_h$.

| HLT <i>path</i> | L1 <i>Seed</i> | Filtre à muon vérifié | Filtre à électron vérifié |
|--|---|---|--|
| HLT_Mu23_Trk IsoVVL_Ele12_ CaloIdL_Track IdL_IsoVL_DZ_v | L1_Mu23EG10 ou L1_Mu20EG17 | hltMu23TrkIsoVVLEle12CaloIdLTrackIdLIsoVLMuonlegL3IsoFiltered23 | hltMu23TrkIsoVVLEle12CaloIdLTrackIdLIsoVLElectronlegTrackIsoFilter |
| HLT_Mu8_Trk IsoVVL_Ele23_ CaloIdL_Track IdL_IsoVL_DZ_v | L1_Mu5EG23 ou L1_Mu5IsoEG20 ou L1_Mu7EG23 ou L1_Mu7IsoEG20 ou L1_MuIso7EG23 | hltL3fL1sMu7EG23f0Filtered8 ou hltMu8TrkIsoVVLEle23CaloIdLTrackIdLIsoVLMuonlegL3IsoFiltered8 | hltMu8TrkIsoVVLEle23CaloIdLTrackIdLIsoVLElectronlegTrackIsoFilter |

Tableau X.13 – Chemins de déclenchement utilisés en 2018 pour le canal $e\mu$.

