

## Annexe X

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

Pour l’analyse détaillée dans le chapitre 5, 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 5, 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). DOI : [10.1088/1748-0221/12/01/P01020](https://doi.org/10.1088/1748-0221/12/01/P01020). 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	hltL3crIsoL1sSingleMu18erLorSingleMu20erL1f0L2f10QL3f19QL3trkIsoFiltered0p09hltOverlapFilterSingleIsoMu19LooseIsoPFTau20	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 <b>et</b> hltMu23TrkIsoVVLEle12CaloIdLTrackIdLIsoVLDZFilter	hltMu23TrkIsoVVLEle12CaloIdLTrackIdLIsoVLElectronlegTrackIsoFilter <b>et</b> hltMu23TrkIsoVVLEle12CaloIdLTrackIdLIsoVLDZFilter
HLT_Mu8_TrkIsoVVL_Ele23_CaloIdL_TrackIdL_IsoVL_DZ_v	L1_Mu5_EG15	hltMu8TrkIsoVVLEle23CaloIdLTrackIdLIsoVLMuonlegL3IsoFiltered8 <b>et</b> hltMu8TrkIsoVVLEle23CaloIdLTrackIdLIsoVLDZFilter	hltMu8TrkIsoVVLEle23CaloIdLTrackIdLIsoVLElectronlegTrackIsoFilter <b>et</b> 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 <b>et</b> 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 <b>et</b> 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 <b>ou</b> L1_SingleEGXXer2p1 <b>ou</b> L1_SingleIsoEGXX <b>ou</b> L1_SingleIsoEGXXer2p1	hltEle27WPTightGsf TrackIsoFilter	-
HLT_Ele32_ WPTight_Gsf_v	L1_SingleEGXX <b>ou</b> L1_SingleEGXXer2p1 <b>ou</b> L1_SingleIsoEGXX <b>ou</b> L1_SingleIsoEGXXer2p1	hltEle32WPTightGsf TrackIsoFilter	-
HLT_Ele35_ WPTight_Gsf_v	L1_SingleEGXX <b>ou</b> L1_SingleEGXXer2p1 <b>ou</b> L1_SingleIsoEGXX <b>ou</b> L1_SingleIsoEGXXer2p1	hltEle35noerWPTightGsf TrackIsoFilter	-
HLT_Medium ChargedIsoPFTau 180HighPtRelaxed Iso_Trk50_eta2p1_v	L1_SingleTau80to140er	-	hltPFTau180TrackPt50LooseAbs OrRelMediumHighPtRelaxed IsoIso <b>et</b> 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 <b>ou</b> L1_Mu20EG17	hltMu23TrkIsoVVLEle12CaloIdL TrackIdLIsoVLMuonlegL3 IsoFiltered23	hltMu23TrkIsoVVLEle12CaloIdL TrackIdLIsoVLElectronleg TrackIsoFilter
HLT_Mu8_Trk IsoVVL_Ele23_ CaloIdL_Track IdL_IsoVL_DZ_v	L1_Mu5EG23 <b>ou</b> L1_Mu5IsoEG20 <b>ou</b> L1_Mu7EG23 <b>ou</b> L1_Mu7IsoEG20 <b>ou</b> L1_MuIso7EG23	hltL3fL1sMu7EG23f0Filtered8 <b>ou</b> 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 <b>et</b> 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  $e\mu$ .

