

Annexe X

Jeux de données – $H \rightarrow \tau\tau$

L'analyse du chapitre 4 est basée sur les données à $\sqrt{s} = 13$ TeV collectées en 2016, 2017 et 2018 par l'expérience CMS, correspondant à une luminosité intégrée de $35,9 + 41,5 + 59,7 \text{ fb}^{-1}$. Seuls les événements certifiés par la collaboration CMS sont considérés. Cette sélection est renseignée dans les fichiers JSON du tableau X.1. Les jeux de données utilisés pour chacun des états finaux considérés, ainsi que leurs gammes de *runs* et luminosités intégrées respectives, sont donnés dans les tableaux X.2, X.3 et X.4.

La modélisation du boson de Higgs du modèle standard est obtenue avec les jeux de données simulées correspondant aux modes de production du boson de Higgs ggh , VBF, VH (Wh , Zh et $ggZh$) et $t\bar{t}h$. Les listes de ces jeux de données simulées utilisés pour les trois années analysées sont données dans les tableaux X.5, X.7 et X.9.

La modélisation des bosons de Higgs neutres additionnels du MSSM, c'est-à-dire $\Phi \rightarrow \tau\tau$ avec $\Phi = H, A$, est obtenue avec les jeux de données $gg \rightarrow \Phi \rightarrow \tau\tau$ et $gg \rightarrow b\bar{b}\Phi \rightarrow \tau\tau$ simulé avec POWHEG [1] et PYTHIA [2, 3] pour l'hadronisation. Les listes de ces jeux de données simulées utilisés pour les trois années analysées sont données dans les tableaux X.6, X.8 et X.10.

Les jeux de données simulées utilisés afin de modéliser les bruits de fond sont listés dans les tableaux X.11, X.12 et X.13. Les différents processus sont regroupés comme suit :

- | | | |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> — $Z \rightarrow \tau\tau, Z \rightarrow \ell\ell$: — $Z \rightarrow LL$, — $Z + 1 \text{ jet}$, — $Z + 2 \text{ jets}$, — $Z + 3 \text{ jets}$, — $Z + 4 \text{ jets}$, — EWK $Z \rightarrow LL$, — EWK $Z \rightarrow \nu\nu$; — $t\bar{t}$; | <ul style="list-style-type: none"> — $W + \text{jets}$: — $W + \text{jets}$, — $W + 1 \text{ jet}$, — $W + 2 \text{ jets}$, — $W + 3 \text{ jets}$, — $W + 4 \text{ jets}$, — EWK W^-, — EWK W^+, — $W\gamma$; | <ul style="list-style-type: none"> — Diboson : — <i>Single top</i>, — VVTo2L2Nu, — WZTo2L2Q, — WZTo3LNU, — ZZTo2L2Q, — ZZTo4L. |
|--|---|---|

Les jeux de données encapsulées (*embedded*) sont listés dans les tableaux X.14, X.15 et X.16. Ces jeux de données sont utilisés dans une estimation du bruit de fond contenant des paires de leptons τ à partir des données elles-mêmes.

Références

- [1] S. ALIOLI & coll. « A general framework for implementing NLO calculations in shower Monte Carlo programs : the POWHEG BOX ». *Journal of High Energy Physics* **06** (2010). DOI : [10.1007/jhep06\(2010\)043](https://doi.org/10.1007/jhep06(2010)043). arXiv : [1002.2581](https://arxiv.org/abs/1002.2581) [hep-ph].
- [2] T. SJÖSTRAND, S. MRENNNA & P. SKANDS. « PYTHIA 6.4 physics and manual ». *Journal of High Energy Physics* **05** (mai 2006). DOI : [10.1088/1126-6708/2006/05/026](https://doi.org/10.1088/1126-6708/2006/05/026).
- [3] T. SJÖSTRAND & coll. « An Introduction to PYTHIA 8.2 ». *Computer Physics Communications* **191** (2015), p. 159-177. DOI : [10.1016/j.cpc.2015.01.024](https://doi.org/10.1016/j.cpc.2015.01.024). arXiv : [1410.3012](https://arxiv.org/abs/1410.3012) [hep-ph].

Année	Fichier de certification JSON
2016	Cert_271036-284044_13TeV_ReReco_07Aug2017_Collisions16_JSON.txt
2017	Cert_294927-306462_13TeV_E0Y2017ReReco_Collisions17_JSON_v1.txt
2018	Cert_314472-325175_13TeV_17SeptEarlyReReco 2018ABC_PromptEraD_Collisions18_JSON.txt

Tableau X.1 – Fichiers de certification JSON.

Canal	Jeu de données	Gamme de run	\mathcal{L} (fb^{-1})
$\tau_h \tau_h$	/Tau/Run2016B-17Jul2018_ver2-v1/MINIAOD	272 007 – 275 376	5,788
$\tau_h \tau_h$	/Tau/Run2016C-17Jul2018-v1/MINIAOD	275 657 – 276 283	2,573
$\tau_h \tau_h$	/Tau/Run2016D-17Jul2018-v1/MINIAOD	276 315 – 276 811	4,248
$\tau_h \tau_h$	/Tau/Run2016E-17Jul2018-v1/MINIAOD	276 831 – 277 420	4,009
$\tau_h \tau_h$	/Tau/Run2016F-17Jul2018-v1/MINIAOD	277 772 – 278 808	3,102
$\tau_h \tau_h$	/Tau/Run2016G-17Jul2018-v1/MINIAOD	278 820 – 280 385	7,540
$\tau_h \tau_h$	/Tau/Run2016H-17Jul2018-v1/MINIAOD	280 919 – 284 044	8,606
$\mu \tau_h$	/SingleMuon/Run2016B-17Jul2018_ver2-v1/MINIAOD	272 007 – 275 376	5,788
$\mu \tau_h$	/SingleMuon/Run2016C-17Jul2018-v1/MINIAOD	275 657 – 276 283	2,573
$\mu \tau_h$	/SingleMuon/Run2016D-17Jul2018-v1/MINIAOD	276 315 – 276 811	4,248
$\mu \tau_h$	/SingleMuon/Run2016E-17Jul2018-v1/MINIAOD	276 831 – 277 420	4,009
$\mu \tau_h$	/SingleMuon/Run2016F-17Jul2018-v1/MINIAOD	277 772 – 278 808	3,102
$\mu \tau_h$	/SingleMuon/Run2016G-17Jul2018-v1/MINIAOD	278 820 – 280 385	7,540
$\mu \tau_h$	/SingleMuon/Run2016H-17Jul2018-v1/MINIAOD	280 919 – 284 044	8,606
$e \tau_h$	/SingleElectron/Run2016B-17Jul2018_ver2-v1/MINIAOD	272 007 – 275 376	5,788
$e \tau_h$	/SingleElectron/Run2016C-17Jul2018-v1/MINIAOD	275 657 – 276 283	2,573
$e \tau_h$	/SingleElectron/Run2016D-17Jul2018-v1/MINIAOD	276 315 – 276 811	4,248
$e \tau_h$	/SingleElectron/Run2016E-17Jul2018-v1/MINIAOD	276 831 – 277 420	4,009
$e \tau_h$	/SingleElectron/Run2016F-17Jul2018-v1/MINIAOD	277 772 – 278 808	3,102
$e \tau_h$	/SingleElectron/Run2016G-17Jul2018-v1/MINIAOD	278 820 – 280 385	7,540
$e \tau_h$	/SingleElectron/Run2016H-17Jul2018-v1/MINIAOD	280 919 – 284 044	8,606
$e \mu$	/MuonEG/Run2016B-17Jul2018_ver2-v1/MINIAOD	272 007 – 275 376	5,788
$e \mu$	/MuonEG/Run2016C-17Jul2018-v1/MINIAOD	275 657 – 276 283	2,573
$e \mu$	/MuonEG/Run2016D-17Jul2018-v1/MINIAOD	276 315 – 276 811	4,248
$e \mu$	/MuonEG/Run2016E-17Jul2018-v1/MINIAOD	276 831 – 277 420	4,009
$e \mu$	/MuonEG/Run2016F-17Jul2018-v1/MINIAOD	277 772 – 278 808	3,102
$e \mu$	/MuonEG/Run2016G-17Jul2018-v1/MINIAOD	278 820 – 280 385	7,540
$e \mu$	/MuonEG/Run2016H-17Jul2018-v1/MINIAOD	280 919 – 284 044	8,606

Tableau X.2 – Jeux de données utilisés en 2016.

Canal	Jeu de données	Gamme de run	\mathcal{L} (fb ⁻¹)
$\tau_h \tau_h$	/Tau/Run2017B-31Mar2018-v1/MINIAOD	297 046 – 299 329	4,823
$\tau_h \tau_h$	/Tau/Run2017C-31Mar2018-v1/MINIAOD	299 368 – 302 029	9,664
$\tau_h \tau_h$	/Tau/Run2017D-31Mar2018-v1/MINIAOD	302 030 – 303 434	4,252
$\tau_h \tau_h$	/Tau/Run2017E-31Mar2018-v1/MINIAOD	303 824 – 304 797	9,278
$\tau_h \tau_h$	/Tau/Run2017F-31Mar2018-v1/MINIAOD	305 040 – 306 462	13,54
$\mu \tau_h$	/SingleMuon/Run2017B-31Mar2018-v1/MINIAOD	297 046 – 299 329	4,823
$\mu \tau_h$	/SingleMuon/Run2017C-31Mar2018-v1/MINIAOD	299 368 – 302 029	9,664
$\mu \tau_h$	/SingleMuon/Run2017D-31Mar2018-v1/MINIAOD	302 030 – 303 434	4,252
$\mu \tau_h$	/SingleMuon/Run2017E-31Mar2018-v1/MINIAOD	303 824 – 304 797	9,278
$\mu \tau_h$	/SingleMuon/Run2017F-31Mar2018-v1/MINIAOD	305 040 – 306 462	13,54
$e \tau_h$	/SingleElectron/Run2017B-31Mar2018-v1/MINIAOD	297 046 – 299 329	4,823
$e \tau_h$	/SingleElectron/Run2017C-31Mar2018-v1/MINIAOD	299 368 – 302 029	9,664
$e \tau_h$	/SingleElectron/Run2017D-31Mar2018-v1/MINIAOD	302 030 – 303 434	4,252
$e \tau_h$	/SingleElectron/Run2017E-31Mar2018-v1/MINIAOD	303 824 – 304 797	9,278
$e \tau_h$	/SingleElectron/Run2017F-31Mar2018-v1/MINIAOD	305 040 – 306 462	13,54
$e \mu$	/MuonEG/Run2017B-31Mar2018-v1/MINIAOD	297 046 – 299 329	4,823
$e \mu$	/MuonEG/Run2017C-31Mar2018-v1/MINIAOD	299 368 – 302 029	9,664
$e \mu$	/MuonEG/Run2017D-31Mar2018-v1/MINIAOD	302 030 – 303 434	4,252
$e \mu$	/MuonEG/Run2017E-31Mar2018-v1/MINIAOD	303 824 – 304 797	9,278
$e \mu$	/MuonEG/Run2017F-31Mar2018-v1/MINIAOD	305 040 – 306 462	13,54

Tableau X.3 – Jeux de données utilisés en 2017.

Canal	Jeu de données	Gamme de run	\mathcal{L} (fb ⁻¹)
$\tau_h \tau_h$	/Tau/Run2018A-17Sep2018-v1/MINIAOD	315 252 – 316 995	13,98
$\tau_h \tau_h$	/Tau/Run2018B-17Sep2018-v1/MINIAOD	317 080 – 319 310	7,064
$\tau_h \tau_h$	/Tau/Run2018C-17Sep2018-v1/MINIAOD	319 337 – 320 065	6,899
$\tau_h \tau_h$	/Tau/Run2018D-PromptReco-v2/MINIAOD	320 673 – 325 175	31,75
$\mu \tau_h$	/SingleMuon/Run2018A-17Sep2018-v2/MINIAOD	315 252 – 316 995	13,98
$\mu \tau_h$	/SingleMuon/Run2018B-17Sep2018-v1/MINIAOD	317 080 – 319 310	7,064
$\mu \tau_h$	/SingleMuon/Run2018C-17Sep2018-v1/MINIAOD	319 337 – 320 065	6,899
$\mu \tau_h$	/SingleMuon/Run2018D-22Jan2019-v2/MINIAOD	320 673 – 325 175	31,75
$e \tau_h$	/EGamma/Run2018A-17Sep2018-v2/MINIAOD	315 252 – 316 995	13,98
$e \tau_h$	/EGamma/Run2018B-17Sep2018-v1/MINIAOD	317 080 – 319 310	7,064
$e \tau_h$	/EGamma/Run2018C-17Sep2018-v1/MINIAOD	319 337 – 320 065	6,899
$e \tau_h$	/EGamma/Run2018D-22Jan2019-v2/MINIAOD	320 673 – 325 175	31,75
$e \mu$	/MuonEG/Run2018A-17Sep2018-v1/MINIAOD	315 252 – 316 995	13,98
$e \mu$	/MuonEG/Run2018B-17Sep2018-v1/MINIAOD	317 080 – 319 310	7,064
$e \mu$	/MuonEG/Run2018C-17Sep2018-v1/MINIAOD	319 337 – 320 065	6,899
$e \mu$	/MuonEG/Run2018D-PromptReco-v2/MINIAOD	320 673 – 325 175	31,75

Tableau X.4 – Jeux de données utilisés en 2018.

Processus	Jeu de données simulées	$\sigma \times \mathcal{BR}$ (pb)
$ggh \rightarrow \tau\tau$	/GluGluHToTauTau_M125_13TeV ^{+1,2,3}	3,00 (N3LO)
$VBF h \rightarrow \tau\tau$	/VBFHToTauTau_M125_13TeV ^{+1,2,3}	0,237 (NNLO)
$W^+h \rightarrow \tau\tau$	/WplusHToTauTau_M125_13TeV ⁺¹	0,0527 (NNLO)
$W^-h \rightarrow \tau\tau$	/WminusHToTauTau_M125_13TeV ⁺¹	0,0334 (NNLO)
$Zh \rightarrow \tau\tau$	/ZHToTauTau_M125_13TeV ⁺¹	0,0477 (NNLO)
$ggZh \rightarrow qq\tau\tau$	/ggZH_HToTauTau_ZToQQ_M125_13TeV ⁺¹	0,0054 (NNLO)
$ggZh \rightarrow \nu\tau\tau$	/ggZH_HToTauTau_ZToNuNu_M125_13TeV ⁺¹	0,0015 (NNLO)
$ggZh \rightarrow LL\tau\tau$	/ggZH_HToTauTau_ZToLL_M125_13TeV ⁺¹	0,0008 (NNLO)
$t\bar{t}h \rightarrow \tau\tau$	/ttHJetToTT_M125_13TeV ⁴	0,0318 (NLO)
$ggh \rightarrow WW$	/GluGluHToWWTo2L2Nu_M125_13TeV ^{†1}	1,09 (N3LO)
$VBF h \rightarrow WW$	/VBFHToWWTo2L2Nu_M125_13TeV ^{†1}	0,0850 (NNLO)
$W^+h \rightarrow WW$	/HWplusJ_HToWW_M125_13TeV ⁺¹	0,18 (NLO)
$W^-h \rightarrow WW$	/HWminusJ_HToWW_M125_13TeV ⁺¹	0,114 (NLO)
$Zh \rightarrow WW$	/HZJ_HToWW_M125_13TeV ⁺¹	0,163 (NLO)
$ggZh \rightarrow WW$	/GluGluZH_HToWW_M125_13TeV ⁺¹	0,0262 (NLO)

¹ /RunIISummer16MiniA0Dv3-PUMoriond17_94X_mcRun2_asymptotic_v3-v*/MINIAODSIM

² /RunIISummer16MiniA0Dv3-PUMoriond17_94X_mcRun2_asymptotic_v3_ext1-v*/MINIAODSIM

³ /RunIISummer16MiniA0Dv3-PUMoriond17_94X_mcRun2_asymptotic_v3_ext2-v*/MINIAODSIM

⁴ /RunIISummer16MiniA0Dv3-PUMoriond17_94X_mcRun2_asymptotic_v3_ext4-v*/MINIAODSIM

[†] _powheg_pythia8 || _amcatnloFXFX_madspin_pythia8

[‡] _powheg_JHUGenv628_pythia8

Tableau X.5 – Jeux de données simulées modélisant le boson de Higgs du modèle standard en 2016.

Processus	Jeu de données simulées
$gg \rightarrow \Phi \rightarrow \tau\tau$	/SUSYGluGluToHToTauTau_M-*_TuneCUETP8M1_13TeV-powheg-pythia8 ¹
$gg \rightarrow bb\Phi \rightarrow \tau\tau$	/SUSYGluGluToBBHToTauTau_M-*_TuneCUETP8M1_13TeV-powheg-pythia8 ¹

¹ /RunIISummer16MiniA0Dv3-PUMoriond17_94X_mcRun2_asymptotic_v3-v*/MINIAODSIM

Tableau X.6 – Jeux de données simulées modélisant les bosons de Higgs du MSSM en 2016.

Processus	Jeu de données simulées	$\sigma \times \mathcal{BR}$ (pb)
$ggh \rightarrow \tau\tau$	/GluGluHToTauTau_M125_13TeV ^{+1,2}	3,00 (N3LO)
$VBF h \rightarrow \tau\tau$	/VBFHToTauTau_M125_13TeV ⁺²	0,237 (NNLO)
$W^+h \rightarrow \tau\tau$	/WplusHToTauTau_M125_13TeV ⁺³	0,0527 (NNLO)
$W^-h \rightarrow \tau\tau$	/WminusHToTauTau_M125_13TeV ⁺³	0,0334 (NNLO)
$Zh \rightarrow \tau\tau$	/ZHToTauTau_M125_13TeV ⁺³	0,0477 (NNLO)
$ggZh \rightarrow qq\tau\tau$	/ggZH_HToTauTau_ZToQQ_M125_13TeV ⁺³	0,0054 (NNLO)
$ggZh \rightarrow \nu\nu\tau\tau$	/ggZH_HToTauTau_ZToNuNu_M125_13TeV ⁺³	0,0015 (NNLO)
$ggZh \rightarrow LL\tau\tau$	/ggZH_HToTauTau_ZToLL_M125_13TeV ⁺³	0,0008 (NNLO)
$t\bar{t}h \rightarrow \tau\tau$	/ttHToTauTau_M125_TuneCP5_13TeV ⁺²	0,0318 (NLO)
$ggh \rightarrow WW$	/GluGluHToWWTo2L2Nu_M125_13TeV ^{§3}	1,09 (N3LO)
$VBF h \rightarrow WW$	/VBFHToWWTo2L2Nu_M125_13TeV ^{§3}	0,0850 (NNLO)
$W^+h \rightarrow WW$	/HWplusJ_HToWW_M125_13TeV ^{‡3}	0,18 (NLO)
$W^-h \rightarrow WW$	/HWminusJ_HToWW_M125_13TeV ^{‡3}	0,114 (NLO)
$Zh \rightarrow WW$	/HZJ_HToWW_M125_13TeV ³	0,163 (NLO)
$ggZh \rightarrow WW$	/GluGluZH_HToWW_M125_13TeV ^{‡3}	0,0262 (NLO)

¹ /RunIIFall17MiniAODv2-PU2017_12Apr2018_94X_mc2017_realistic_v14_ext1-v*/MINIAODSIM

² /RunIIFall17MiniAODv2-PU2017_12Apr2018_new_pmx_94X_mc2017_realistic_v14-v*/MINIAODSIM

³ /RunIIFall17MiniAODv2-PU2017_12Apr2018_94X_mc2017_realistic_v14-v*/MINIAODSIM

[†] _powheg_pythia8

[§] _powheg2_JHUGenV714_pythia8

[‡] _powheg_pythia8_TuneCP5

^{||} _powheg_JHUGenv714_pythia8_TuneCP5

Tableau X.7 – Jeux de données simulées modélisant le boson de Higgs du modèle standard en 2017.

Processus	Jeu de données simulées
$gg \rightarrow \Phi \rightarrow \tau\tau$	/SUSYGluGluToHToTauTau_M-*_TuneCP5_13TeV-powheg-pythia8 ¹
$gg \rightarrow bb\Phi \rightarrow \tau\tau$	/SUSYGluGluToBBHToTauTau_M-*_TuneCP5_13TeV-powheg-pythia8 ¹

¹ /RunIIFall17MiniAODv2-PU2017_12Apr2018_94X_mc2017_realistic_v14-v1/MINIAODSIM

Tableau X.8 – Jeux de données simulées modélisant les bosons de Higgs du MSSM en 2017.

Processus	Jeu de données simulées	$\sigma \times \mathcal{BR}$ (pb)
$gg h \rightarrow \tau\tau$	/GluGluHToTauTau_M125_13TeV ^{†1}	3,00 (N3LO)
$\text{VBF } h \rightarrow \tau\tau$	/VBFHToTauTau_M125_13TeV ^{†2}	0,237 (NNLO)
$W^+ h \rightarrow \tau\tau$	/WplusHToTauTau_M125_13TeV ^{†1}	0,0527 (NNLO)
$W^- h \rightarrow \tau\tau$	/WminusHToTauTau_M125_13TeV ^{†1}	0,0334 (NNLO)
$Zh \rightarrow \tau\tau$	/ZHToTauTau_M125_13TeV ^{†1}	0,0477 (NNLO)
$ggZh \rightarrow qq\tau\tau$	/ggZH_HToTauTau_ZToQQ_M125_13TeV ^{†1}	0,0054 (NNLO)
$ggZh \rightarrow \nu\nu\tau\tau$	/ggZH_HToTauTau_ZToNuNu_M125_13TeV ^{†1}	0,0015 (NNLO)
$ggZh \rightarrow LL\tau\tau$	/ggZH_HToTauTau_ZToLL_M125_13TeV ^{†1}	0,0008 (NNLO)
$t\bar{t}h \rightarrow \tau\tau$	/ttHToTauTau_M125_TuneCP5_13TeV ^{†1}	0,0318 (NLO)
$gg h \rightarrow WW$	/GluGluHToWWTo2L2Nu_M125_13TeV ^{‡1}	1,09 (N3LO)
$\text{VBF } h \rightarrow WW$	/VBFHToWWTo2L2Nu_M125_13TeV ^{‡1}	0,0850 (NNLO)
$W^+ h \rightarrow WW$	/HWplusJ_HToWW_M125_13TeV ^{§1}	0,18 (NLO)
$W^- h \rightarrow WW$	/HWminusJ_HToWW_M125_13TeV ^{§1}	0,114 (NLO)
$Zh \rightarrow WW$	/HZJ_HToWW_M125_13TeV ^{§1}	0,163 (NLO)
$ggZh \rightarrow WW$	/GluGluZH_HToWW_M125_13TeV ¹	0,0262 (NLO)

¹ /RunIIAutumn18MiniAOD-102X_upgrade2018_realistic_v15-v*/MINIAODSIM

² /RunIIAutumn18MiniAOD-102X_upgrade2018_realistic_v15_ext1-v*/MINIAODSIM

[†] _powheg_pythia8

[§] _powheg_jhugen714_pythia8_TuneCP5

[‡] _powheg2_JHUGenV714_pythia8

^{||} _powheg_pythia8_TuneCP5_PSweights

Tableau X.9 – Jeux de données simulées modélisant le boson de Higgs du modèle standard en 2018.

Processus	Jeu de données simulées
$gg \rightarrow \Phi \rightarrow \tau\tau$	/SUSYGluGluToHToTauTau_M-*_TuneCP5_13TeV-powheg-pythia8 ¹
$gg \rightarrow bb\Phi \rightarrow \tau\tau$	/SUSYGluGluToBBHToTauTau_M-*_TuneCP5_13TeV-powheg-pythia8 ¹

¹ /RunIIAutumn18MiniAOD-102X_upgrade2018_realistic_v15-v*/MINIAODSIM

Tableau X.10 – Jeux de données simulées modélisant les bosons de Higgs du MSSM en 2018.

Processus	Jeu de données simulées	σ (pb)
$Z \rightarrow LL$ (basse masse)	/DYJetsToLL_M-10to50 ^{†1}	21 658,0 (NLO)
$Z \rightarrow LL$	/DYJetsToLL_M-50 ^{‡2,3}	6077,22 (NNLO)
$Z + 1$ jet	/DY1JetsToLL_M-50 ^{†1}	1253,1*
$Z + 2$ jets	/DY2JetsToLL_M-50 ^{†1}	409,4*
$Z + 3$ jets	/DY3JetsToLL_M-50 ^{†1}	124,8*
$Z + 4$ jets	/DY4JetsToLL_M-50 ^{†1}	67,33*
EWK $Z \rightarrow LL$	/EWKZ2Jets_ZToLL_M-50 ^{‡2,3}	4,321 (LO)
EWK $Z \rightarrow \nu\nu$	/EWKZ2Jets_ZToNuNu ^{‡2,3}	10,66 (LO)
$t\bar{t}$	/TTTo2L2Nu ^{§1}	88,29
$t\bar{t}$	/TTToHadronic ^{§1}	377,96
$t\bar{t}$	/TTToSemiLeptonic ^{§1}	365,35
VVTo2L2Nu	/VVTTo2L2Nu_13TeV ^{1,2}	13,84
WZTo2L2Q	/WZTo2L2Q_13TeV ¹	5,52
WZTo3LNU	/WZTo3LNU_TuneCUETP8M1_13TeV ^{¶1}	4,43
ZZTo2L2Q	/ZZTo2L2Q_13TeV ¹	3,38
ZZTo4L	/ZZTo4L_13TeV ^{¶2}	1,26
Single top	/ST_t-channel_antitop_4f_inclusiveDecays ^{◇1}	80,95
Single top	/ST_t-channel_top_4f_inclusiveDecays ^{◇1}	136,02
Single top	/ST_tW_antitop_5f_inclusiveDecays ^{□2}	35,85
Single top	/ST_tW_top_5f_inclusiveDecays ^{□2}	35,85
$W +$ jets	/WJetsToLNu ^{†1,3}	61 526,7 (NNLO)
$W + 1$ jet	/W1JetsToLNu ^{†1}	11 805,6*
$W + 2$ jets	/W2JetsToLNu ^{†2}	3891,0*
$W + 3$ jets	/W3JetsToLNu ^{†2}	1153,2*
$W + 4$ jets	/W4JetsToLNu ^{†2,3}	60,67*
EWK W^-	/EWKWMinus2Jets_WToLNu_M-50 ^{‡2,3}	23,24 (LO)
EWK W^+	/EWKWPlus2Jets_WToLNu_M-50 ^{‡2,3}	29,59 (LO)

¹ /RunIISummer16MiniAODv3-PUMoriond17_94X_mcRun2_asymptotic_v3-v*/MINIAODSIM

² /RunIISummer16MiniAODv3-PUMoriond17_94X_mcRun2_asymptotic_v3_ext1-v*/MINIAODSIM

³ /RunIISummer16MiniAODv3-PUMoriond17_94X_mcRun2_asymptotic_v3_ext2-v*/MINIAODSIM

[†] _TuneCUETP8M1_13TeV-madgraphMLM-pythia8

[¶] -amcatnloFXFX-pythia8

[‡] _13TeV-madgraph-pythia8

[◇] _13TeV-powhegV2-madspin-pythia8_TuneCUETP8M1

[§] _TuneCP5_PSweights_13TeV-powheg-pythia8

[□] _13TeV-powheg-pythia8_TuneCUETP8M1

^{||} _amcatnloFXFX_madspin-pythia8

* Déterminée à partir de la section efficace du jeu inclusif.

Tableau X.11 – Jeux de données simulées modélisant le bruit de fond en 2016.

Processus	Jeu de données simulées	σ (pb)
$Z \rightarrow LL$ (basse masse)	/DYJetsToLL_M-10to50 ^{†2}	21 658,0 (NLO)
$Z \rightarrow LL$	/DYJetsToLL_M-50 ^{†3,4}	6077,22 (NNLO)
$Z + 1$ jet	/DY1JetsToLL_M-50 ^{†5,8}	977,1*
$Z + 2$ jets	/DY2JetsToLL_M-50 ^{†1,6}	347,3*
$Z + 3$ jets	/DY3JetsToLL_M-50 ^{†1,2}	126,1*
$Z + 4$ jets	/DY4JetsToLL_M-50 ^{†7}	71,67*
EWK $Z \rightarrow LL$	/EWKZ2Jets_ZToLL_M-50 ^{‡5}	4,321 (LO)
EWK $Z \rightarrow \nu\nu$	/EWKZ2Jets_ZToNuNu ^{‡5}	10,66 (LO)
$t\bar{t}$	/TTTo2L2Nu ^{§5}	88,29
$t\bar{t}$	/TTToHadronic ^{§5}	377,96
$t\bar{t}$	/TTToSemiLeptonic ^{§5}	365,35
VVTo2L2Nu	/VVTTo2L2Nu_13TeV ¹	13,84
WZTo2L2Q	/WZTo2L2Q_13TeV ¹	5,52
WZTo3LNU	/WZTo3LNU ^{¶5}	4,43
ZZTo2L2Q	/ZZTo2L2Q_13TeV ¹	3,38
ZZTo4L	/ZZTo4L ^{¶1}	1,26
Single top	/ST_t-channel_antitop_4f_inclusiveDecays ^{◇1}	80,95
Single top	/ST_t-channel_top_4f_inclusiveDecays ^{◇5}	136,02
Single top	/ST_tW_antitop_5f_inclusiveDecays ^{§1}	35,85
Single top	/ST_tW_top_5f_inclusiveDecays ^{§1}	35,85
$W +$ jets	/WJetsToLNu ^{†1,2}	61 526,7 (NNLO)
$W + 1$ jet	/W1JetsToLNu ^{†1}	9370,5*
$W + 2$ jets	/W2JetsToLNu ^{†1}	3170,9*
$W + 3$ jets	/W3JetsToLNu ^{†1}	1132,5*
$W + 4$ jets	/W4JetsToLNu ^{†8}	631,5*
EWK W^-	/EWKMinus2Jets_WToLNu_M-50 ^{‡5}	23,24 (LO)
EWK W^+	/EWKPlus2Jets_WToLNu_M-50 ^{‡5}	29,59 (LO)
$W\gamma$ (canal $e\mu$)	/WGTToLNuG ^{†1}	464,4 (LO)

¹ /RunIIFall17MiniAODv2-PU2017_12Apr2018_94X_mc2017_realistic_v14-v*/MINIAODSIM

² /RunIIFall17MiniAODv2-PU2017_12Apr2018_94X_mc2017_realistic_v14_ext1-v*/MINIAODSIM

³ /RunIIFall17MiniAODv2-PU2017RECOsimstep_12Apr2018_94X_mc2017_realistic_v14-v*/MINIAODSIM

⁴ /RunIIFall17MiniAODv2-PU2017RECOsimstep_12Apr2018_94X_mc2017_realistic_v14_ext1-v*/MINIAODSIM

⁵ /RunIIFall17MiniAODv2-PU2017_12Apr2018_new_pmx_94X_mc2017_realistic_v14-v*/MINIAODSIM

⁶ /RunIIFall17MiniAODv2-PU2017_12Apr2018_new_pmx_94X_mc2017_realistic_v14_ext1-v*/MINIAODSIM

⁷ /RunIIFall17MiniAODv2-PU2017_12Apr2018_v2_94X_mc2017_realistic_v14-v*/MINIAODSIM

⁸ /RunIIFall17MiniAODv2-PU2017_12Apr2018_v3_94X_mc2017_realistic_v14_ext1-v*/MINIAODSIM

[†] _TuneCP5_13TeV-madgraphMLM-pythia8

[¶] _TuneCP5_13TeV-amcatnloFXFX-pythia8

[‡] _TuneCP5_13TeV-madgraph-pythia8

[◇] _TuneCP5_13TeV-powhegV2-madspin-pythia8

[§] _TuneCP5_13TeV-powheg-pythia8

* Déterminée à partir de la section efficace du jeu inclusif.

^{||} _amcatnloFXFX_madspin-pythia8

Tableau X.12 – Jeux de données simulées modélisant le bruit de fond en 2017.

Processus	Jeu de données simulées	σ (pb)
$Z \rightarrow LL$ (basse masse)	/DYJetsToLL_M-10to50 ^{†1}	21 658,0 (NLO)
$Z \rightarrow LL$	/DYJetsToLL_M-50 ^{†1}	6077,22 (NNLO)
$Z + 1$ jet	/DY1JetsToLL_M-50 ^{†1}	1007,6*
$Z + 2$ jets	/DY2JetsToLL_M-50 ^{†1}	344,3*
$Z + 3$ jets	/DY3JetsToLL_M-50 ^{†1}	125,3*
$Z + 4$ jets	/DY4JetsToLL_M-50 ^{†1}	71,20*
EWK $Z \rightarrow LL$	/EWKZ2Jets_ZToLL_M-50 ^{‡1}	4,321 (LO)
EWK $Z \rightarrow \nu\nu$	/EWKZ2Jets_ZToNuNu ^{‡1}	10,66 (LO)
$t\bar{t}$	/TTTo2L2Nu ^{§1}	88,29
$t\bar{t}$	/TTToHadronic ^{§1}	377,96
$t\bar{t}$	/TTToSemiLeptonic ^{§1}	365,35
VVTo2L2Nu	/VVTo2L2Nu ¹	13,84
WZTo2L2Q	/WZTo2L2Q ¹	5,52
WZTo3LNU	/WZTo3LNU ^{¶2}	4,43
ZZTo2L2Q	/ZZTo2L2Q ¹	3,38
ZZTo4L	/ZZTo4L ^{¶1}	1,26
Single top	/ST_t-channel_antitop_4f_inclusiveDecays ^{◇1}	80,95
Single top	/ST_t-channel_top_4f_inclusiveDecays ^{◇1}	136,02
Single top	/ST_tW_antitop_5f_inclusiveDecays ^{§2}	35,85
Single top	/ST_tW_top_5f_inclusiveDecays ^{§2}	35,85
$W +$ jets	/WJetsToLNu ^{†1}	61 526,7 (NNLO)
$W + 1$ jet	/W1JetsToLNu ^{†1}	9328,1*
$W + 2$ jets	/W2JetsToLNu ^{†1}	3181,5*
$W + 3$ jets	/W3JetsToLNu ^{†1}	1116,2*
$W + 4$ jets	/W4JetsToLNu ^{†1}	629,3*
EWK W^-	/EWKMinus2Jets_WToLNu_M-50 ^{□1}	23,24 (LO)
EWK W^+	/EWKPlus2Jets_WToLNu_M-50 ^{□1}	29,59 (LO)

¹ /RunIIAutumn18MiniAOD-102X_upgrade2018_realistic_v15-v*/MINIAODSIM

² /RunIIAutumn18MiniAOD-102X_upgrade2018_realistic_v15_ext1-v*/MINIAODSIM

[†] _TuneCP5_13TeV-madgraphMLM-pythia8

[¶] _TuneCP5_13TeV-amcatnloFXFX-pythia8

[‡] _TuneCP5_PSWeights_13TeV-madgraph-pythia8

[◇] _TuneCP5_13TeV-powheg-madspin-pythia8

[§] _TuneCP5_13TeV-powheg-pythia8

[□] _TuneCP5_13TeV-madgraph-pythia8

^{||} _13TeV_amcatnloFXFX_madspin-pythia8

* Déterminée à partir de la section efficace du jeu inclusif.

Tableau X.13 – Jeux de données simulées modélisant le bruit de fond en 2018.

Canal	Jeu de données	Canal	Jeu de données
$\tau_h \tau_h$	/EmbeddingRun2016B/TauTau [*]	$e\mu$	/EmbeddingRun2016B/ElMu [*]
$\tau_h \tau_h$	/EmbeddingRun2016C/TauTau [*]	$e\mu$	/EmbeddingRun2016C/ElMu [*]
$\tau_h \tau_h$	/EmbeddingRun2016D/TauTau [*]	$e\mu$	/EmbeddingRun2016D/ElMu [*]
$\tau_h \tau_h$	/EmbeddingRun2016E/TauTau [*]	$e\mu$	/EmbeddingRun2016E/ElMu [*]
$\tau_h \tau_h$	/EmbeddingRun2016F/TauTau [*]	$e\mu$	/EmbeddingRun2016F/ElMu [*]
$\tau_h \tau_h$	/EmbeddingRun2016G/TauTau [*]	$e\mu$	/EmbeddingRun2016G/ElMu [*]
$\tau_h \tau_h$	/EmbeddingRun2016H/TauTau [*]	$e\mu$	/EmbeddingRun2016H/ElMu [*]
$\mu\tau_h$	/EmbeddingRun2016B/MuTau [*]	$e\tau_h$	/EmbeddingRun2016B/ElTau [*]
$\mu\tau_h$	/EmbeddingRun2016C/MuTau [*]	$e\tau_h$	/EmbeddingRun2016C/ElTau [*]
$\mu\tau_h$	/EmbeddingRun2016D/MuTau [*]	$e\tau_h$	/EmbeddingRun2016D/ElTau [*]
$\mu\tau_h$	/EmbeddingRun2016E/MuTau [*]	$e\tau_h$	/EmbeddingRun2016E/ElTau [*]
$\mu\tau_h$	/EmbeddingRun2016F/MuTau [*]	$e\tau_h$	/EmbeddingRun2016F/ElTau [*]
$\mu\tau_h$	/EmbeddingRun2016G/MuTau [*]	$e\tau_h$	/EmbeddingRun2016G/ElTau [*]
$\mu\tau_h$	/EmbeddingRun2016H/MuTau [*]	$e\tau_h$	/EmbeddingRun2016H/ElTau [*]

^{*} FinalState-inputDoubleMu_94X_Legacy_miniAOD-v5/USER

Tableau X.14 – Jeux de données encapsulées en 2016.

Canal	Jeu de données	Canal	Jeu de données
$\tau_h \tau_h$	/EmbeddingRun2017B/TauTau [*]	$e\mu$	/EmbeddingRun2017B/ElMu [*]
$\tau_h \tau_h$	/EmbeddingRun2017C/TauTau [*]	$e\mu$	/EmbeddingRun2017C/ElMu [*]
$\tau_h \tau_h$	/EmbeddingRun2017D/TauTau [*]	$e\mu$	/EmbeddingRun2017D/ElMu [*]
$\tau_h \tau_h$	/EmbeddingRun2017E/TauTau [*]	$e\mu$	/EmbeddingRun2017E/ElMu [*]
$\tau_h \tau_h$	/EmbeddingRun2017F/TauTau [*]	$e\mu$	/EmbeddingRun2017F/ElMu [*]
$\mu\tau_h$	/EmbeddingRun2017B/MuTau [*]	$e\tau_h$	/EmbeddingRun2017B/ElTau [*]
$\mu\tau_h$	/EmbeddingRun2017C/MuTau [*]	$e\tau_h$	/EmbeddingRun2017C/ElTau [*]
$\mu\tau_h$	/EmbeddingRun2017D/MuTau [*]	$e\tau_h$	/EmbeddingRun2017D/ElTau [*]
$\mu\tau_h$	/EmbeddingRun2017E/MuTau [*]	$e\tau_h$	/EmbeddingRun2017E/ElTau [*]
$\mu\tau_h$	/EmbeddingRun2017F/MuTau [*]	$e\tau_h$	/EmbeddingRun2017F/ElTau [*]

^{*} FinalState-inputDoubleMu_94X_miniAOD-v2/USER

Tableau X.15 – Jeux de données encapsulées en 2017.

Canal	Jeu de données	Canal	Jeu de données
$\tau_h \tau_h$	/EmbeddingRun2018A/TauTau [*]	$e\mu$	/EmbeddingRun2018A/ElMu [*]
$\tau_h \tau_h$	/EmbeddingRun2018B/TauTau [*]	$e\mu$	/EmbeddingRun2018B/ElMu [*]
$\tau_h \tau_h$	/EmbeddingRun2018C/TauTau [*]	$e\mu$	/EmbeddingRun2018C/ElMu [*]
$\tau_h \tau_h$	/EmbeddingRun2018D/TauTau [*]	$e\mu$	/EmbeddingRun2018D/ElMu [*]
$\mu \tau_h$	/EmbeddingRun2018A/MuTau [*]	$e\tau_h$	/EmbeddingRun2018A/ElTau [*]
$\mu \tau_h$	/EmbeddingRun2018B/MuTau [*]	$e\tau_h$	/EmbeddingRun2018B/ElTau [*]
$\mu \tau_h$	/EmbeddingRun2018C/MuTau [*]	$e\tau_h$	/EmbeddingRun2018C/ElTau [*]
$\mu \tau_h$	/EmbeddingRun2018D/MuTau [*]	$e\tau_h$	/EmbeddingRun2018D/ElTau [*]

^{*} FinalState-inputDoubleMu_102X_miniAOD-v1/USER

Tableau X.16 – *Jeux de données encapsulées en 2018.*

