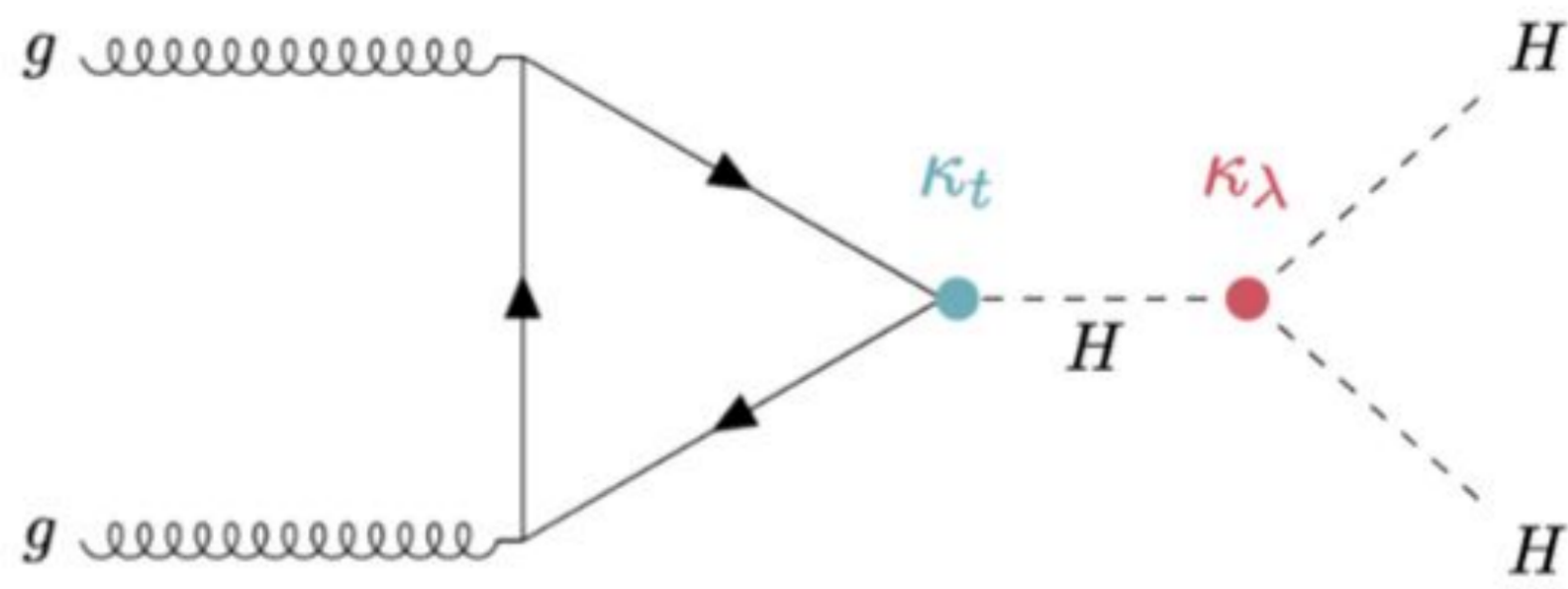


# Strategie di Trigger e identificazione per coppie di bosoni di Higgs nello stato finale $bb\tau\tau$ nell'esperimento ATLAS per il 2024



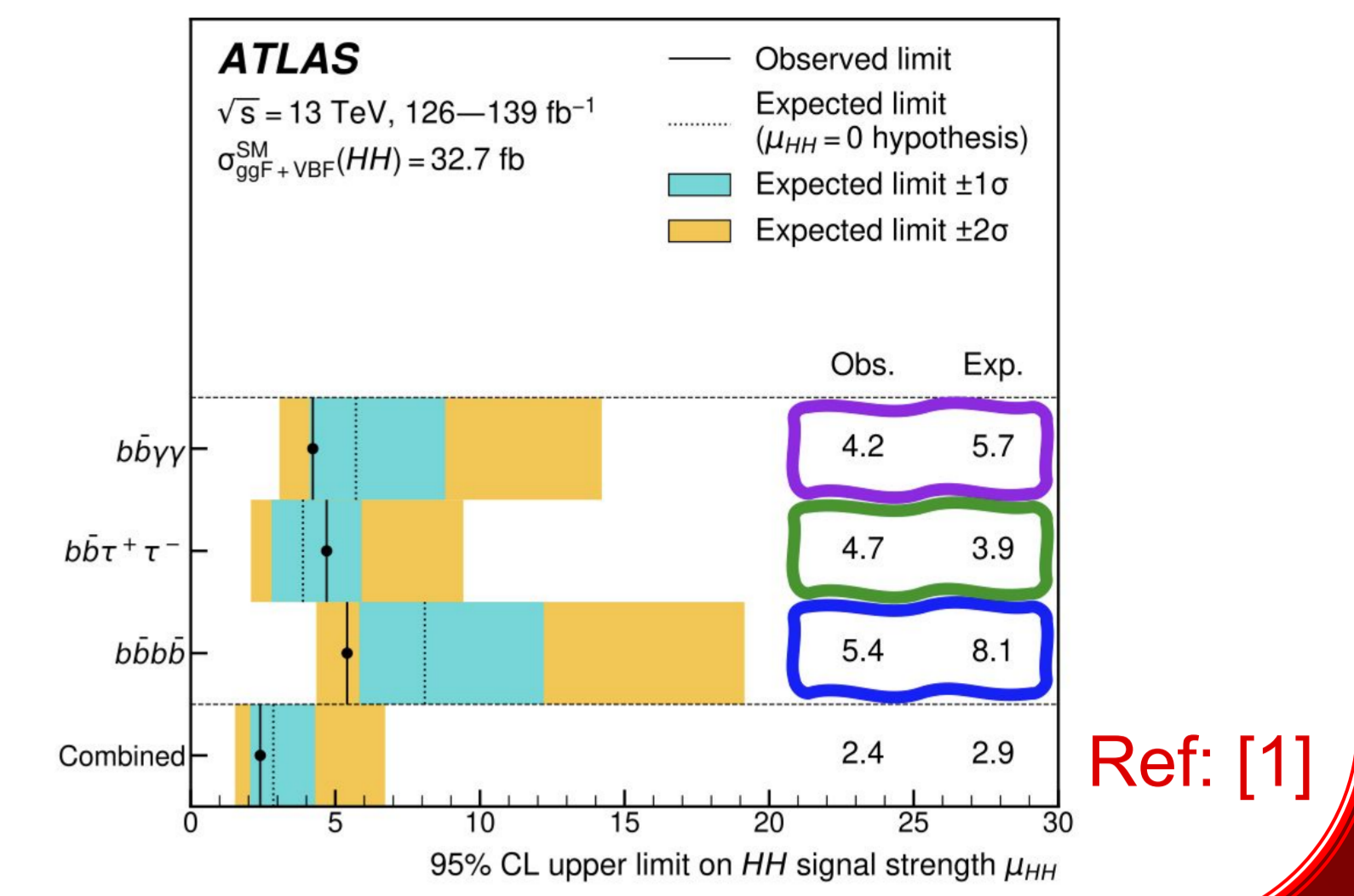
Ad LHC le coppie di bosoni di Higgs vengono prodotte principalmente dal processo di fusione gluone gluone



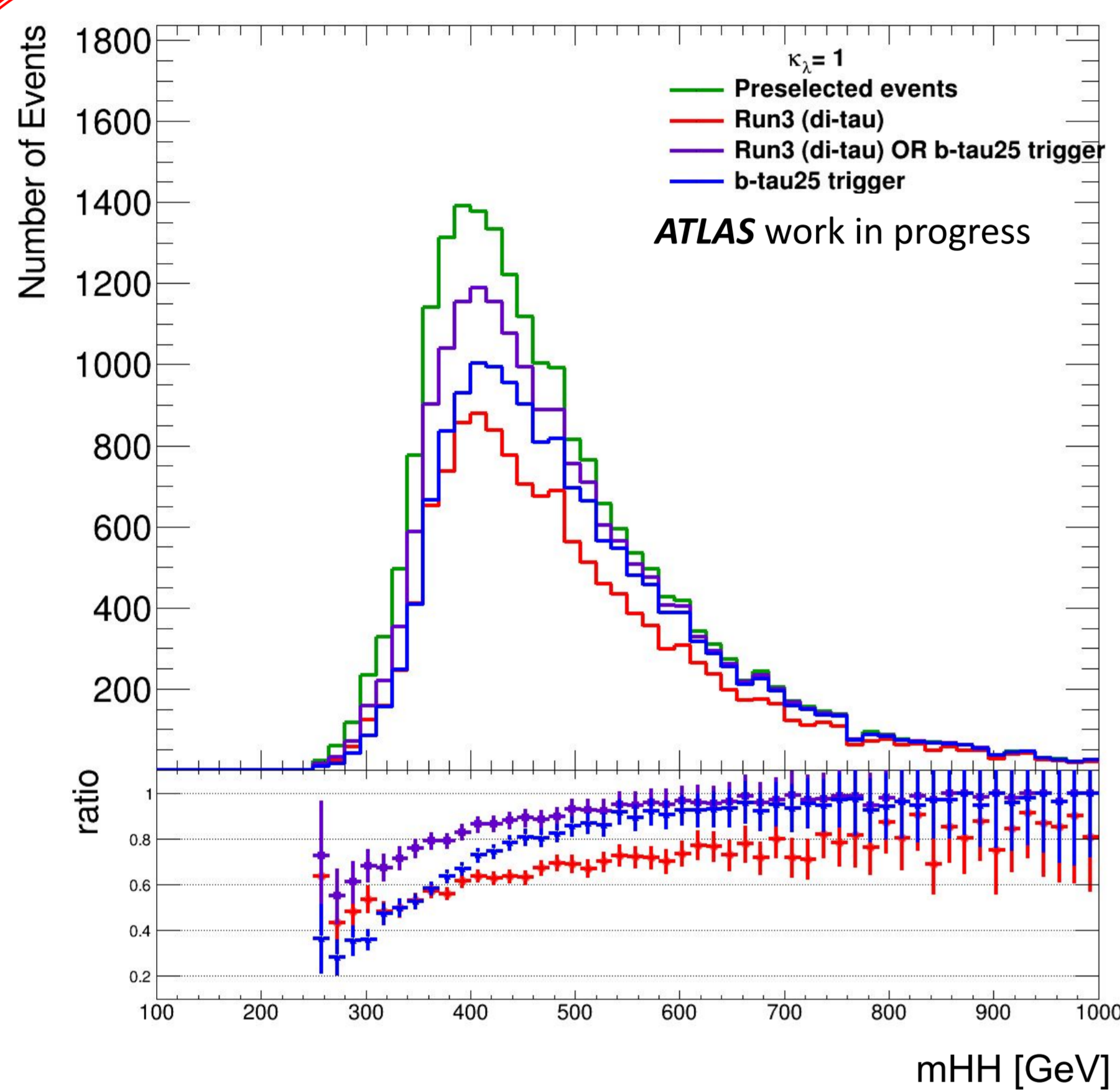
$$\sigma(ggF) = 34.4 \text{ fb}, \sqrt{s} = 13.6 \text{ TeV}$$

Lo stato finale  $bb\tau\tau$  è un compromesso tra statistica ( $BR \sim 7\%$ ) e purezza del segnale (fondo moderato), risultando il canale più sensibile per la ricerca di coppie HH

	bb	WW	$\tau\tau$	ZZ	YY
bb	34%				
WW	25%	4.6%			
$\tau\tau$	7.3%	2.7%	0.39%		
ZZ	3.1%	1.1%	0.33%	0.069%	
YY	0.26%	0.10%	0.028%	0.012%	0.0005%



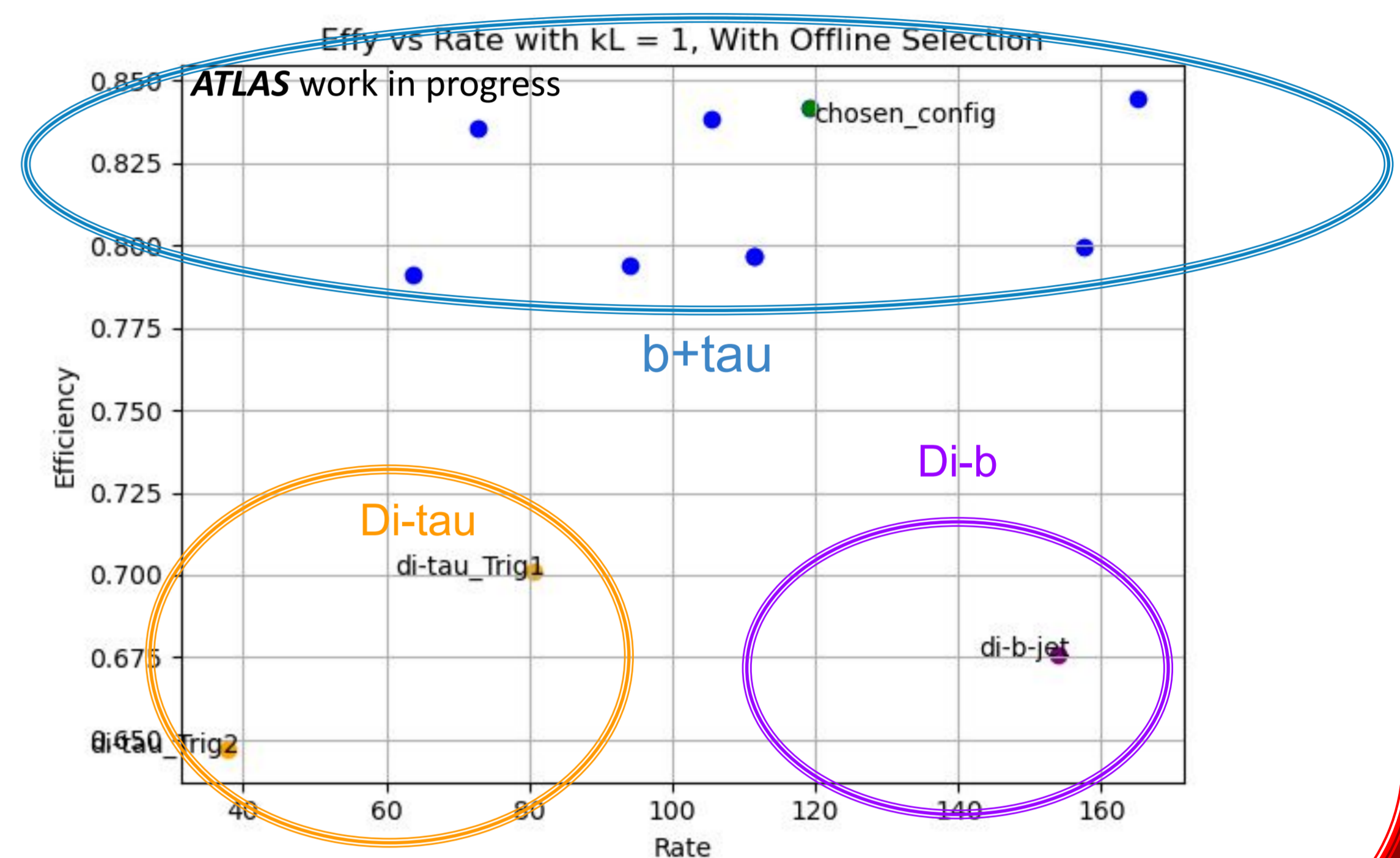
La strategia di trigger del segnale  $bb\tau\tau$  era stata già migliorata nel 2022-2023 con l'aggiunta di trigger di b-jet rispetto a quella del Run 2 [1] basata solo sui trigger di  $\tau$ , ed è stata ora ulteriormente migliorata per il 2024 grazie all'aggiunta di un trigger  $b+\tau$



Guadagno in efficienza della configurazione  $b+\tau$  selezionata

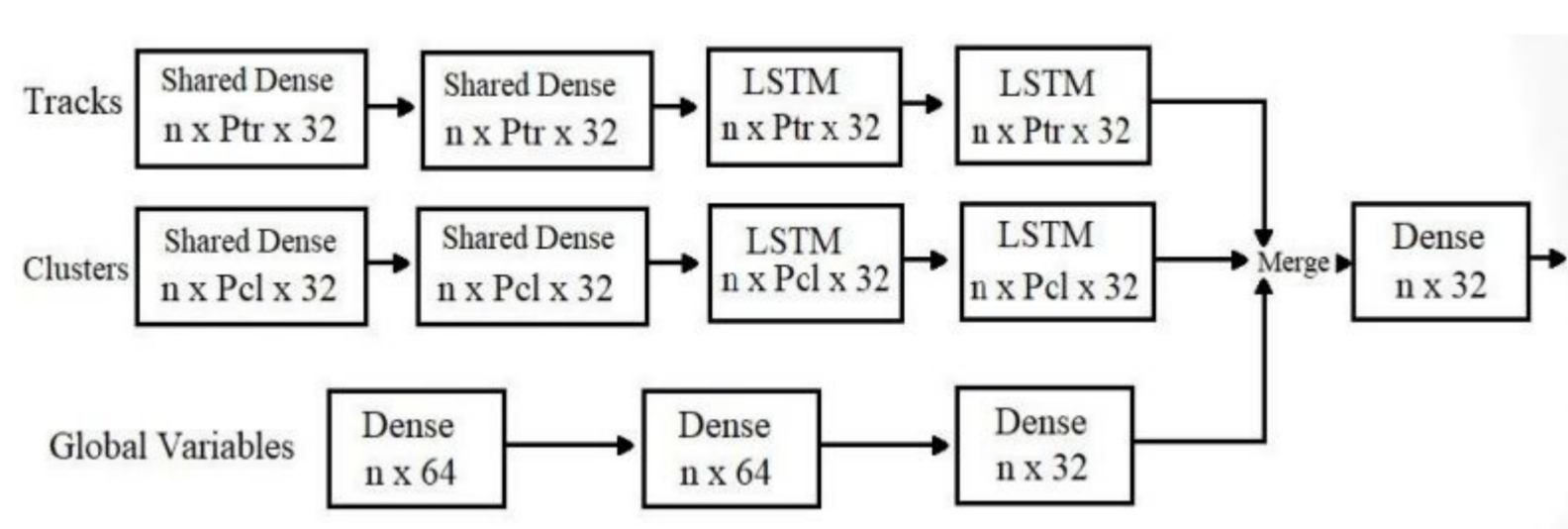
	$\epsilon_{k_L=1}$	$\epsilon_{k_L=10}$
<b><math>b+\tau</math></b>	0.84	0.66
Di- $\tau$ 2023 OR $b+\tau$	0.93	0.82
Guad. rispetto Di- $\tau$ 2023	27%	33%
Guad. rispetto Di- $\tau$ 2022	27%	33%
Guad. assoluto rispetto Di- $\tau$ 2022	$\sim 70\%$	$\sim 75\%$

Il trigger  $b+\tau$  offre il miglior compromesso tra efficienza e rate

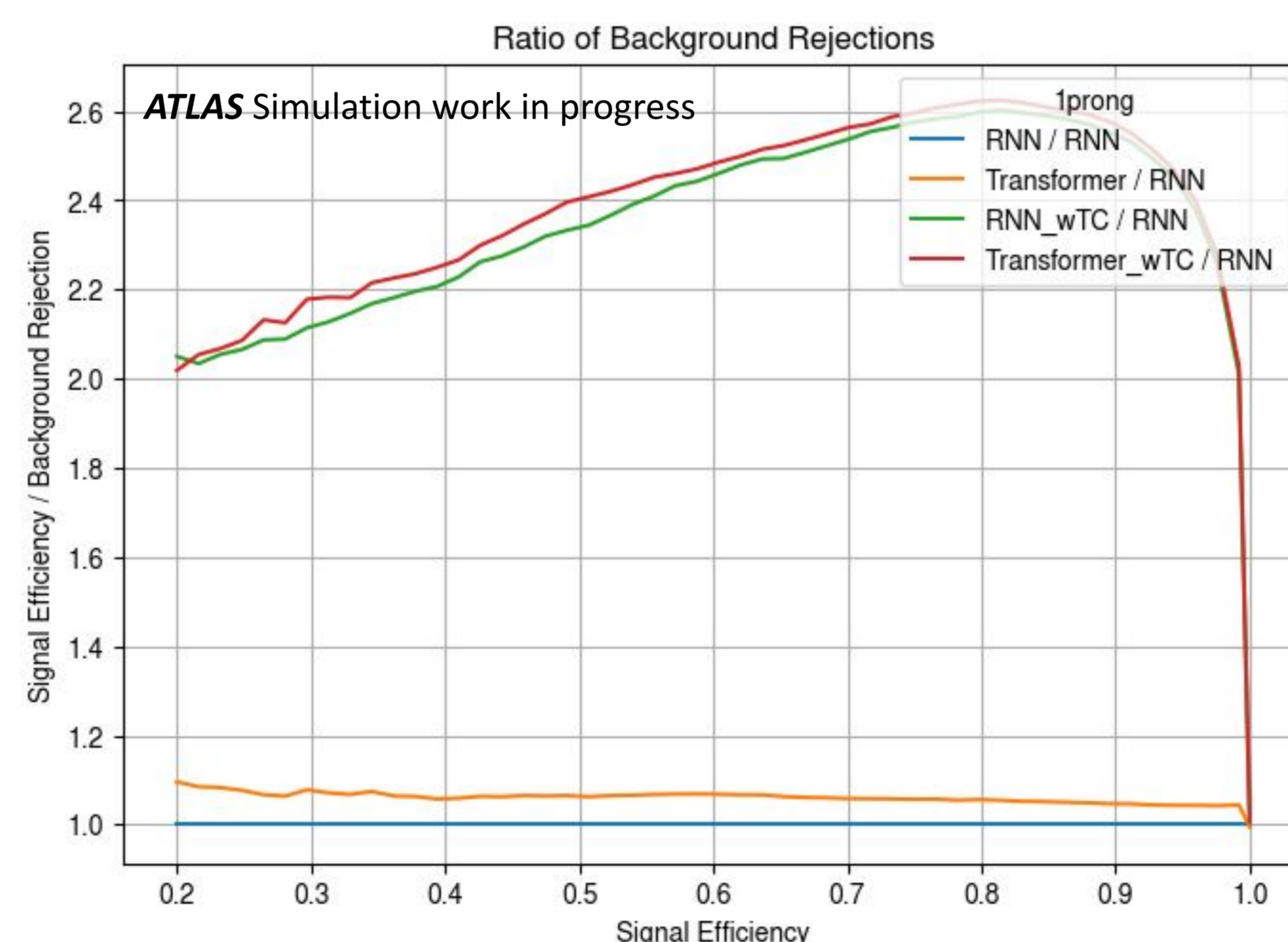
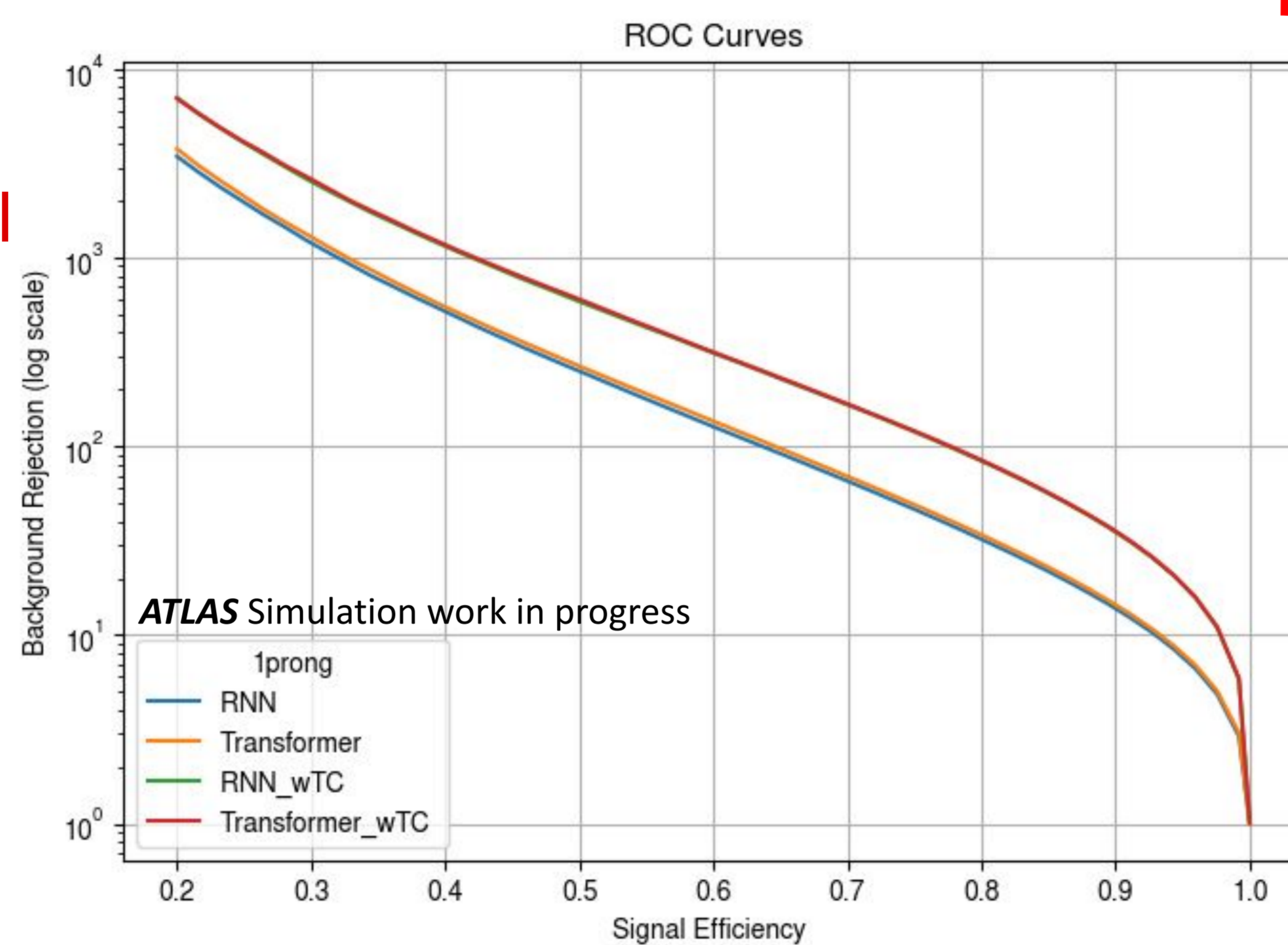
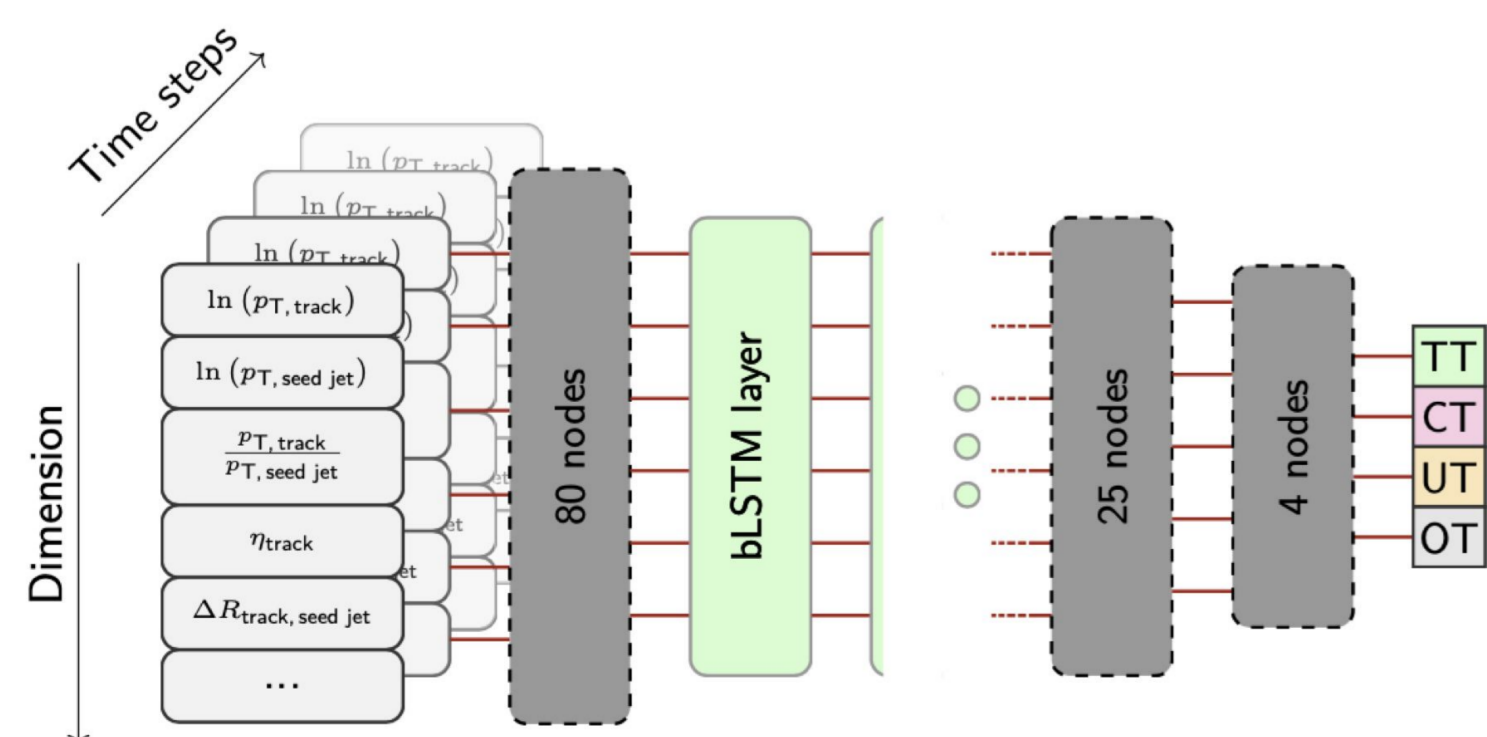


Un ulteriore modo di migliorare l'efficienza di trigger e di selezione degli eventi di ATLAS è quello di utilizzare algoritmi di identificazione delle particelle dello stato finale più performanti. Attualmente ATLAS utilizza una rete neurale ricorsiva (RNN) per l'identificazione dei  $\tau$

Si sono studiate le performance di vari modelli di machine learning, ed il Transformer è risultato essere più performante della RNN attualmente utilizzata.



L'aggiunta delle 4 variabili di output di una seconda RNN, utilizzata per la classificazione delle tracce (TC) di ogni  $\tau$ , permette un grande aumento delle prestazioni.



Reiezione per valori di efficienza:

ROC	$\epsilon (0.85)$	$\epsilon (0.60)$
RNN	46	124
Transformer	49	132
RNN + TC	58	304
Transformer + TC	60	308

[1]The ATLAS Collaboration, "Search for resonant and non-resonant Higgs boson pair production in the  $bb\tau\tau$  decay channel using 13 TeV pp collision data from the ATLAS detector", Available: <https://doi.org/10.1007/JHEP07%282023%29040>

